

المعنى

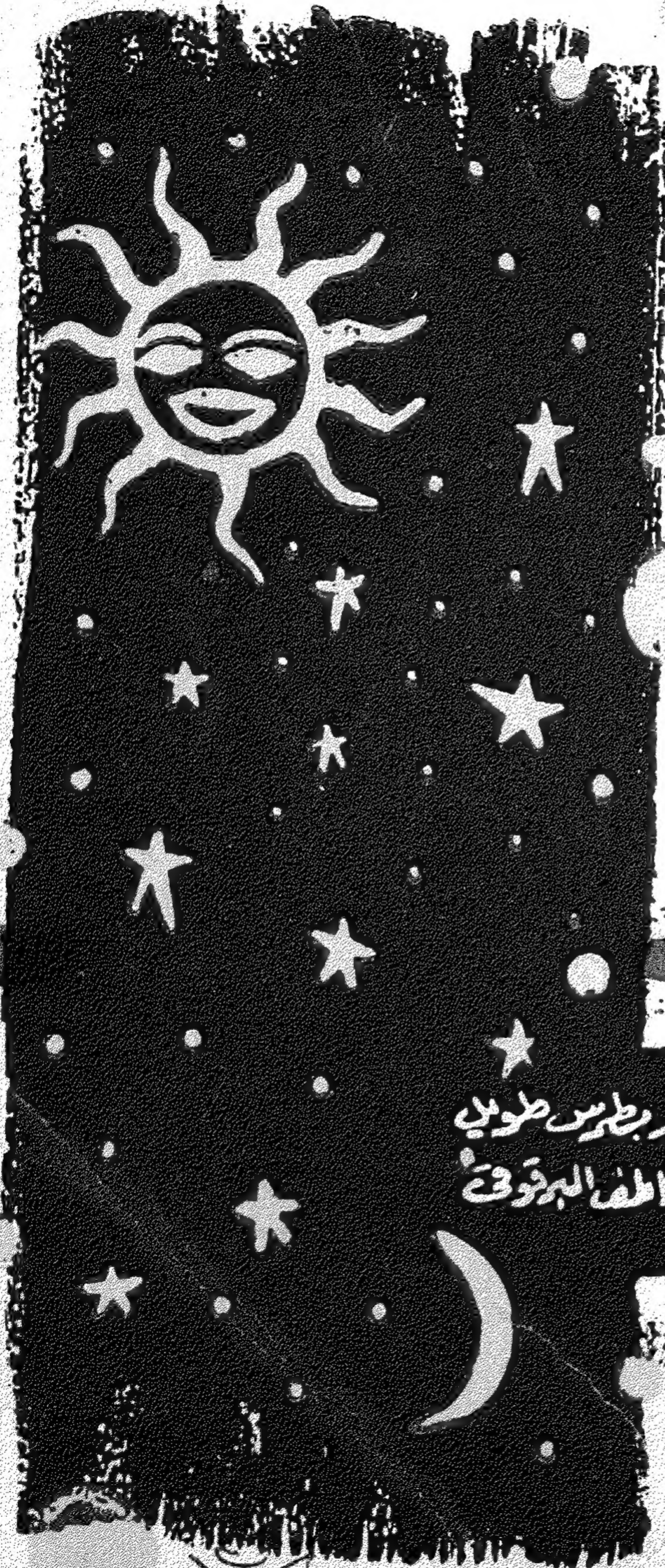
استكشاف

الفضاء



ترجمه الدكتور بطرس طوبى
إمعه محمد عاطف البرقوقي

تأليف آثر كمدريك



1/1

الكشاف الفضاء

تأليف
آرثر كلارك

ترجمة
الدكتور بطرس طومل محمد عاطف البرقوني
راجعه

الناشر

مؤسسة روز اليوسف
١٩٦٢

**تصدر هذه السلسلة بمعاونة
المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية**

الألف كتاب

٣٩٩

استكشاف الفضاء

بإشراف
الإدارة العامة للثقافة
وزارة التعليم العالي

هذه ترجمة كتاب :

The Exploration of Space

تأليف

Arthur C. Clarke

مقدمة المراجع

هذا الكتاب ألفه عالم مشهود له بالكفاية العلمية هو (آرثر سي كلارك) رئيس الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب .
وقد ظهر هذا الكتاب في سنة ١٩٥٢ أى قبل النجاح الفعلي في غزو الفضاء ، ذلك النجاح الذي بدأه علماء الاتحاد السوفيتي سنة ١٩٥٧ ، وكان لهذا النجاح دوى علمي عظيم امتد أثره من العلماء الى القراء وتبارت الدول في غزو الفضاء واشتدت المنافسة بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي وتوالى الانتصارات وانتشرت جمعيات السفر بين الكواكب وتطوع الرجال والنساء للتجارب العملية لتحمل الحرارة والبرودة والضغط والفراغ واللاجاذبية ، وأصبح الانسان قاب قوسين أو أدنى من الوصول الى الهدف من السفر الى القمر والكواكب .
وموضوعات هذا الكتاب حية طريفة ، فهي تشمل وصف الصاروخ وقواه الدافعة وأسس الانطلاق من الارض الى الفضاء وتتنبأ بمواصفات سفينة الفضاء والسفر الى القمر وطرق الملاحة في الفضاء وابعاد وتركيب الكواكب الداخلية والكواكب الخارجية ومحطات الفضاء . . ووصفاً للشمس والنجوم وهذه الموضوعات بلغت من الدقة العلمية ما أثار إعجاب العلماء ودهشتهم حيث جاءت تنبؤاته مطابقة للواقع الذي وصلنا اليه في سنة ١٩٦١ وهكذا شأن التنبؤات العلمية لا في ميدان الفلك فحسب بل في كل فرع من فروع العلم .

ولهذا الكتاب مزاياه العديدة اذ طابقت تنبؤاته قبل سنة ١٩٥٢ الواقع الذي عرفناه في سنة ١٩٦١ وقد قام المترجم كطلب المجلس الأعلى بكتابة الفصلين الأخيرين عن السنة الدولية الجيوفيزيكية والصواريخ . والاقمار الصناعية لصلتها الوثيقة بموضوع استكشاف الفضاء .

(القاهرة في فبراير ١٩٦٢)

مقدمة

كتب هذا الكتاب ليفي بالحاجة التي ازدادت وضوحا بعد نشر كتابي الأول « السفر بين الكواكب » منذ سنة تقريبا . وقد كان المقصود بالكتاب الأول البحث الفنى - وان يكن غير اخصائى - لعلم السفر فى الفضاء . ولكن سرعان ما ظهر ان الكتاب لقي اقبالا كبيرا بين قراء لا أشك انهم اقل اهتماما بالتفاصيل الخاصة بنسب الكتلة او اداء وقود الصواريخ او ديناميكا المدارات .

واذن فقد اعد هذا الكتاب لفائدة اولئك الذين يهتمون بكيف ؟ ولماذا ؟ فى علم السفر بالفضاء بينما لا يرغبون فى الدخول فى الكثير من التفاصيل العلمية . وانى اعتقد ان القارئ الفطن لن يجد فى هذا الكتاب ما يعجز عن فهمه : نعم ، قد يصادف فيه افكارا غير مألوفة ، ولكن ذلك يرجع اصلا الى طبيعة الموضوع وهو لن يكون فى حال أسوأ من حال الكثير من الأخصائيين فى هذا الصدد .

كما اننى حاولت فى هذا الكتاب ان اعطى مجالا أوسع بكثير من الكتاب السابق ، فقد حاولت أن اضع فيه اجوبة واضحة لأسئلة مثل « ما هو الشكل الذى ستكون عليه سفينة الفضاء ؟ » و « ما الذى ننتظر وجوده على سطح الكواكب ؟ » وفوق كل ذلك « ما الذى سنفعله عندما نصل الى هناك ؟ »

ومن الواضح أن هذه الاجابات لا تزال مبنية في الوقت الحاضر على أساس الضئيل من المعلومات المحددة ولا أشك أن الكثير منها سيبدو غريبا في المستقبل القريب ، ولكن الموضوع كله بالنسبة للقارئ العادي سيبقى في مجال النظريات البحتة ما لم تجر أى محاولة لبحث هذه النقاط . وقد يكتفى الأخصائيون بالرسوم البيانية والمعادلات ، ولكن أغلبنا يفضل طعاما أدسم .

لهذا لم أقصر في استخدام خيالى عند اللزوم . أما من يريدون بحثا كميا دقيقا فيستطيعون أن يجدوه في « السفر بين الكواكب » . بيد أنى حاولت أن أبني تكهناتى على أساس متين من الحقائق ، أو الاحتمالات المرجحة على أسس تقدير ، وأن اتجنب الاثارة لذاتها . وقد يجد بعض القراء ذلك عسير التصديق - خاصة عند مشاهدة اللوحتين الأولى والخامسة - ولكنها الحقيقة . فالسفر في الفضاء موضوع مثير بحيث لا يحتاج للمزيد من الزخرفة والتنميق ..

ويمكننا التأكيد من أن أكبر تخیلاتنا جموحا ستقصر عن الحقيقة كثيرا كما حدث في ماضى تنبؤاتنا العلمية ..

ولا انتظر من جميع قرائى أن يقبلوا دون تحفظ كل ما اقترحه من احتمالات للمستقبل ، ولكنى أود أن أطلب الى أولئك الذين يجدون صعوبة فى قبول فكرة انشاء مستعمرات على القمر والكواكب - أطلب اليهم الاجابة على هذا السؤال : ما الذى سيطوف بخيال أجداد أجدادهم لو حدث أن زاروا بمعجزة ما مطار لندن أو مطار ايدلوايلد (IDLE WILD) فى يوم مزدحم وشاهدوا الطائرات وهى قادمة من أركان الأرض الأربعة ؟ ولعل هذه الآلية بالذات أكثر من أى شىء آخر بقلبه العلم الحديث كفيلا باقناع أى عقل متحيز بأننا الآن أقرب لسفن الفضاء منا لسفن البحر الأولى ..

وقد حاولت عند كتابة هذا الكتاب أن أسبق القارىء الى
الاجابة على أى سؤال قد يخطر له . كما حاولت شرح كل
ما يمكن شرحه فى كتاب بهذا الحجم . ويجب على القارىء أن
يتقبل بعض المواضع عن ثقة فسوف يجد مثلا ايضا صريحا
لبدا عمل الصاروخ فى الفضاء ، بينما اذا اراد معرفة سبب
الانكماشات الزمنية المذكورة فى الفصل السابع عشر فعليه أن
يبحث فى كتب النظرية النسبية .

وعلم السفر فى الفضاء يثير أسئلة بعيدة تماما عن نطاق الفن
الخالص ، ربما يفوق الطبيعة النووية فى هذا المجال ، فكثير
من الناس يعترفون بإمكان تحقيق السفر الى الفضاء وان كانوا
لا يرون أى نتيجة لهذا السفر ، او هم فى الواقع يتساءلون
« لماذا كل هذا الاهتمام بالكواكب الأخرى ومازال لدينا الكثير
مما يجب عمله على الأرض ؟ » . فالكثير من الناس اليوم قد
سئموا « العلم من أجل العلم » وأصبحوا ينظرون باستنكار قد
يصل الى حد العداء الايجابى للامتداد فى قوة الانسان الذى
يمثله السفر بين الكواكب ، ولهذا قمت فى الفصل الأخير
بمحاولة لاثبات ما يمكن أن يساهم به علم السفر فى الفضاء
لتقدم المدنية والسعادة النهائية لبني البشر .

المؤلف

الفصل الأول

الحلم يتجسم

كان مجرد التفكير في السفر بين الكواكب مستحيلا بالطبع قبل التحقق من وجود كواكب أخرى غير الأرض ولقد تأخر هذا الاكتشاف كثيرا عما قد نظن نحن بما لدينا من المعلومات العلمية . فبالرغم من أن عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل كانت معروفة من أقدم العصور ، فلم تكن بالنسبة للقدماء أكثر من نجوم جواله (والواقع أن كلمة كوكب في اللغة الانجليزية planet تعنى متجولا) . أما ما الذي قد تكونه تلك النجوم فقد اختلف في الاجابة على ذلك كل الفلاسفة . وقد صدق حـدس أتباع فيثاغورس في القرن السادس قبل الميلاد حين ظنوا أن الأرض إحدى هذه الكواكب . ولكن هذا الرأي الذي بدا مخالفا لكل الأدلة المحسوسة لم يقبل بصفة عامة . والحق أنه لم توجد في ذلك الوقت سوى القليل من الأدلة التي أمكن الاتيان بها لتدعيم هذا الرأي . وهكذا

فإن فكرة السفر بين الكواكب بمعناها الحرفي لدى القدماء لم تكن فكرة خيالية فحسب ، بل لم يكن لها أى معنى على الإطلاق .

ومع ذلك ، فبينما تبدو النجوم والكواكب نقاطا مضيئة لا حجم لها ، فمن الواضح أن الشمس والقمر من نوع آخر . فبوسع أى إنسان أن يرى أن لها حجما واضحا ، وأن على وجه القمر علامات يمكن تفسيرها كقارات وبحار ، ولذلك لم يكن مستغربا أن يعتقد الكثير من فلاسفة الاغريق - وليس الفيشاغوريون فقط أن القمر عالم آخر حقيقة . وقد قام بعضهم بتقدير حجمه وبعده عن الأرض بتقديرات جاء بعضها قريبا من الحقيقة . فما إن تم لهم ذلك حتى كان من الطبيعى أن يتكهنوا بما عسى أن تكون طبيعة القمر ، وهل يوجد على سطحه سكان أم لا ؟ فكان طبيعى - أو هكذا يبدو لنا على الأقل - أن يكتب الكتاب فصلا عن السفر الى ذلك الكوكب المحوط بالغموض والجمال . ولكن فى الواقع ، لم يتعرض من الكتاب الأقدمين لهذا الموضوع - الذى أصبح الآن كلاسيكيا ، الا واحد وهو لوكيان (Lucian) من جزيرة ساموس فى القرن الثانى قبل الميلاد . فهو يقص علينا فى كتابه المسمى « التاريخ الحقيقى » (True History) كيف أن بطل قصته قدفته نافورة الى القمر عندما كانت تسير سفينة فى البحر وراء أعمدة هرقل - وهى منطقة كان يمكن

أن يحدث بها أى شىء كما كان الناس يعلمون جيدا فى ذلك الوقت .

أما فى كتابه الثانى ، فالبطل قد ذهب الى القمر عامدا ، بأن صنع لنفسه زوجا من الأجنحة كما فعل ايكاروس ، (Icarus) وانطلق الى القمر من قمة جبل أوليمبوس فلم يكن الناس فى عهد لوكيان بل وبعده بقرون عديدة يدركون أن هناك فرقا أساسيا بين السفر فى الفضاء والطيران فى الهواء . فكان من الطبيعى فى سنة ١٦٠ ميلادية أن يظن الناس أن المرء يمكنه الوصول الى القمر لو صنع لنفسه زوجا من الأجنحة الصالحة للطيران .

أما بعد لوكيان ، فقد ظل موضوع السفر فى الفضاء فى زوايا النسيان مدة خمسة عشر قرنا تقريبا الى أن تجدد الاهتمام به فى جو ثقافى جديد يختلف كل الاختلاف عما سبق : اذ كان العصر الحديث قد بدأ ، وعرف الناس أن الأرض ليست مركز الكون ، وفوق كل ذلك فقد اخترع المنظار المقرب « التلسكوب » .

ومن العسير علينا ، والمنظار المقرب بين أيدينا أن نتصور علم الفلك عندما كانت جميع المشاهدات تتم بالعين المجردة . فنحن الآن نعتبر المنظار شيئا طبيعيا ، ولكن الواقع أنه لم تمض عليه أكثر من ٣٠٠ سنة منذ صوب غاليليو (Galilèe) منظاره البدائى الأول الى النجوم فكشف من أسرارها ما ظلت نخفيه عن كل انسان من مطلع التاريخ . وما أقل العلماء الذين

استطاعوا أن يجمعوا مثل هذا المحصول الكبير فى ذلك الوقت القصير كما فعل غاليليو . فقد استطاع فى عدة أسابيع أن يرى جبال القمر ووديانه فأثبت بذلك أنه جسم صلب . كما اكتشف أن الكواكب - بعكس النجوم - تبدو أقراصا واضحة . كما وجد أن أربع نقط مضيئة بالغة الصغر تدور حول المشترى كما يدور القمر حول الأرض . مما يستتبع منه أن المشترى (Jupiter) عالم له أربعة توابع كما أن للأرض تابعا واحدا . وأن هذه التوابع تبدو صغيرة لعظم المسافة بيننا وبينها . وقد كان هذا هو أول كشف مباشر للأبعاد الكونية الحقيقية : فقد حاول الفلكيون سابقا تقدير أبعاد الكواكب بالطرق الرياضية ، ولكن الانسان استطاع أخيرا أن يحصل على أداة أمكنه بها أن يرى فعلا أعماق الفضاء . ومنذ تلك اللحظة كتب الفضاء لنظرة العصور الوسطى للكون - تلك النظرة التى تصوره على شكل كرات بللورية متحدة المركز تحمل الكواكب بين السماء والأرض ، وتراجعت حدود الفضاء مسافات شاسعة الى الوراء . والواقع أنها مازالت تتراجع أمامنا حتى اليوم .

ليس غريبا إذن أن تظهر أول قصة جديدة عن رحلة الى القمر فى غضون جيل واحد من اكتشافات غاليليو . ولكن الذى يبدو غريبا بعض الشيء هو أن يكون مؤلف هذه القصة هو أعظم فلكى فى عصره بل وأحد عظماء رجال الفلك أجمعين ، وهو يوهانس كبلر (Johannes Kepler) الذى كان أول من

اكتشف القوانين الدقيقة التى تتحكم فى حركة الكواكب والنسب.
ستحكم مستقبلا فى حركات سفن الفضاء • وقد كتب كبلر فى
أواخر أيامه كتابه « فى المنام » Somnium وان يكن لم
ينشره • وقد قام فى هذا الكتاب بنقل بطله بطريقة سحرية
الى القمر - وهذه وان كانت تبدو خطوة رجعية من عالم مثله
الا أننا يجب ألا ننسى أن كبلر عاش فى عهد ما برح يؤمن
بالسحر ، حتى ان والدته نفسها اتهمت بالشعوذة • على أن
الذى لا ريب فيه أنه لم يستعمل الوسائل الشيطانية للدفع الا
لأنه لم يكن يعرف أى وسائل طبيعية يمكن أن تقوم بهذه
المهمة • وكبلر وان يكن - بعكس سلفه لوكيان - قد أدرك
جيدا انعدام الهواء بين الأرض والقمر ، فهو مع ذلك يعتقد أن
القمر قد يكون له غلاف جوى وسكان • وقد وصفه وصفا
مبنيًا على المعلومات التى كشفها المنظار فكان لهذا الوصف أعظم
الأثر على كل الكتاب الذين اقتفوا أثره (بما فى ذلك هـ.جـ.

(H.G.Wells) بعد قرنين ونصف قرن من الزمان)

نشر كتاب كبلر فى سنة ١٦٣٤ • وبعد ذلك بأربع سنوات
ظهرت أول قصة باللغة الانجليزية عن رحلة الى القمر ، وهى
قصة الأسقف جودوين (Godwin) « انسان فى القمر » •
وفى هذه القصة طار بطل جودوين المسمى دومنجو جونزالز
(Domingo Gonzales) الى القمر فى رمت تجره بجعات
مدربة ، وكان ذلك بمحض الصدفة فقد كان جونزالز يحاول

عرو الهواء لا الفضاء . ولكنه لم يكن يعلم أن بجعه قد اعتاد الهجرة الى القمر - الأمر الذي لم يسجله أى عالم عن طباع الطير . وقد استغرقت هذه الرحلة الجوية الى القمر ١٢ يوما ولم يجد جونزالز أى صعوبة فى التنفس وان كان قد لاحظ اختفاء الوزن عندما ترك الأرض ، كما اكتشف عندما وصل الى القمر أن قوة جذبته أضعف كثيرا حتى أمكنه أن يقفز الى ارتفاعات كبيرة . وقد أصبحت هذه الفكرة مألوفة لدينا الآن ، ولكن جودوين كتب قصته قبل أن يكتشف نيوتن (Newton) كتابا قانون الجاذبية بخمسين عاما .

وبعد ذلك أصبحت فكرة الرحلات القمرية فكرة شائعة . وفى سنة ١٦٤٠ كتب الأسقف ولكنس (Wilkins) بالغ الأهمية وهو حديث عن عالم جديد ، ولم يكن هذا الكتاب قصة أو خيالا ، ولكنه كان بحثا علميا جديا عن القمر من ناحية طبيعته واحتمال وجود سكان فيه ولكن ولكنس مضى الى أبعد من ذلك فقد استنتج فى نهاية بحثه بأنه لا شئ يمنع أن يخترع الانسان فى يوم من الأيام وسيلة - أو عربة طائرة كما سماها ولكنس - تستطيع أن تنقله الى القمر . بل اقترح أيضا انشاء مستعمرات بالقمر مما أثار الكثير من التعليقات الساخرة من الكتاب الأجانب عن الاستعمار البريطانى .

أما فى القرنين التاليين فقد استمر ظهور الكتب عن الطيران فى الفضاء . وكان بعضها بالطبع محض خيال ، ولكن القليل

الباقى حاول أن يكون علميا فى بعض الأحيان • ولا شك أن أنبغ كتاب تلك الفترة هو سيرانو دى برجراك Cyrano de Bergerac مؤلف « الرحلة الى القمر والشمس » (١٦٥٦) • واليه يعود الفضل فى استخدام الدفع الصاروخى لأول مرة وان كان فى الواقع لم يدر شيئا عن مزاياه العديدة • والأمر الأكثر غرابة هو أنه تنبأ باستعمال المحرك النفاث (١) فقد وضع فى آخر محاولاته للطيران خطة لآلة طائرة تتكون من صندوق كبير خفيف مغلق تماما الا من ثقيب عند طرفيه وقد بنيت جدرانه من عدسات نركز أشعة الشمس على داخل الصندوق فما ان يسخن الهواء الداخلى حتى يسرب من أحد الثقيبين ثم يعاد ملء الصندوق بالهواء البارد من الثقب الآخر • ولكن سيرانو مع الأسف كان ما زال مؤمنا بالفكرة القائلة بأن الطبيعة تكره الفراغ - فلم يكن العلم قد اكتشف بعد أن الجزء الأكبر من الطبيعة هو فى الواقع فراغ - ولذا صور سيرانو أن آله ستدفع الى السماء بوساطة الهواء المندفع الى الفتحة السفلى وليس بخروجه منها كما هو الحال فى المحرك النفاث •

وقد انصب معظم هذا العصر على رحلات للقمر (وأحيانا الى الشمس التى كان يظن أنها عالم مأهول أيضا) • ومع ذلك

(١) وهو محرك نفاث لا يعتمد لادخال الهواء اليه على كباسات تضغطه بل يدخل معتمدا على الضغط الجوى ثم تفلق فتحة الدخول ويجرى الاحتراق بالداخل ويخرج الهواء الساخن من الجهة الاخرى معدنا الدفع ثم يعاد فتح المحرك من الامام وملؤه بالهواء وهكذا • استعماله الاكمان فى الحرب العالمية الثانية فى قذيفتهم الموجهة لـ١ (لترجم)

فقد سرح بعض الكتاب بخيالهم فيما وراء ذلك فكتب دى فونتسل (de Fontenelle) فى سنة ١٦٨٦ كتابا شعبيا عن الفلك زعم فيه أن الكواكب كلها تسكنها كائنات تكيفت حسب البيئة المحيطة بها . وفى سنة ١٧٥٢ كتب فولتير العظيم كتابه « ميكروميجاس » (Voltaire-Micromegas) وقد اتسم هذا الكتاب بنظرته العصرية للعالم فهو يظهر الانسان وكوكبه فى مركزهما الحقيقى بالنسبة للكون . وميكروميجاس هذا عملاق من النظام الشمسى للشعرى اليمانية (Sirius) يزور الأرض بصحبة رفيق من زحل (Saturn) وقد اتخذ فولتير من قصته وسيلة للسخرية كما هو الحال فى الكثير من الكتب المشابهة لها من قبل ومن بعد .

وما ان بزغ فجر القرن التاسع عشر حتى تعثرت قصة السفر الى الفضاء . فقد عرف الناس الكثير عن مشاكل السفر بين الكواكب ولم يكن العلم قد تقدم بما فيه الكفاية ليقدم حولا لها . كما أن اختراع البالون سنة ١٧٨٣ حول الأنظار الى السفر داخل الهواء وأثبت نهائيا أن الانسان لا يستطيع أن يعيش دون مساعدة على الارتفاعات الشاهقة ، حتى لقد بدا القمر والكواكب أصعب منالا بكثير مما كانت تبدو للأساقفة جودوين وولكنس .

وبحلول النصف الثانى من القرن كان الكتاب قد تغلبوا على حيرتهم المؤقتة . فازداد عدد قصص الفضاء وارتفع مستواها

العلمى. ولعل هذا يرجع الى الانتصارات الهندسية العظيمة فى
العصر الفيكتورى التى بعثت الشعور بالتفاؤل : فقد استطاع
العلم أن يحقق الكثير ، حتى ان قهر الفضاء لم يعد ذلك الحلم
المستحيل التحقيق .

ويبدو هذا الاتجاه واضحا فى قصة جول فرن (Jules Verne)
الشهيرة « من الأرض الى القمر » (١٨٦٥) . وهى قصة
كتب معظمها بروح هزلية سخر فيها فرن من انتهازية الأمريكان
الذين كانوا يتحرقون شوقا للوصول الى القمر . ومع ذلك
فقد كان هذا الكتاب أول عمل بنى على أسس علمية صحيحة
.. فلم يتخذ فرن سبيلا سهلا كما فعل الكثير غيره من الكتاب
من قبل ومن بعد ويخترع وسيلة سحرية للدفع أو مادة لا
تتأثر بالجاذبية ، ولكنه كان يعلم أن أى جسم يمكن أن يصل
الى القمر لو قذف من الأرض بسرعة كافية ، فما كان منه الا
أن بنى مدفعا ضخما أطلق منه أبطاله فى قذيفة خاصة مجهزة
، وقام صهره الذى كان أستاذا للمفلك بحساب جميع السرعات
والوقت اللازم للرحلة بالتفصيل . ومما يثير الانتباه أن سفينة
فرن - التى وصفها وصفا دقيقا - كانت مجهزة بالصواريخ
لتوجيهها حالما تصل الى الفضاء فقد أدرك فرن جيدا ما ظل
الكثير من بعده لا يفهمونه ، وهو أن الصواريخ تستطيع أن
تعمل فى الفراغ ، ولكنه لم يخطر بباله أن يستعملها للرحلة
كلها .

وربما كان فرن يعتقد أن مدفع الفضاء الذى اقترحه يمكن أن يعمل بنجاح ، وان كنا نعلم أن القذيفة ستدمرها مقاومة الهواء قبل أن تغادر الماسورة . ومن الجهة الأخرى لا يمكن أن يكون فرن قد اعتقد أن ركابه سيتحملون الصدمة الأولى التى كانت ستجعل كلا منهم يبدو كما لو كان يزن بضعة آلاف من الأطنان ، ولا شك أنه تجاوز عن هذه المشكلة البسيطة من أجل الرواية .

ولم ينزل فرن ركابه على القمر ربما لأنه لم يستطع أن يتذكر لهم وسيلة للعودة بأمان . وقد قاموا بدلا من ذلك بالدوران حول القمر ثم عادوا الى الأرض . وهذا فى الواقع ما يرجح أن تقوم به سفن القمر الأولى .

أما هـ . ج . ولز فقد كان أقل دقة وأكثر جرأة من فرن - كما كانت قصته أكثر طرافة وجاذبية . فقد كانت قصته أول رجال فى القمر ، احدى قلائل قصص الفضاء التى تعد من روائع الأدب . أما من الناحية الفنية البحتة فهى تعتبر تراجعاً بالنسبة الى فرن الذى كان مدفعه على الأقل مقبولا ومبنيا على الحقائق العلمية . أما ولز فقد اخترع مادة تستطيع أن تقوم بعزل الجاذبية وسماها « كافوريت » (Cavorite) فما كان على أبطاله الا أن يمتطوا كرة مغطاة بهذه المادة المدهشة حتى تطير بهم الى الفضاء . ولكى يتوجهوا الى القمر ما عليهم الا أن يفتحوا فى كرتهم كوة فى مواجهته .

ولم يكن ولز أول من ابتدع فكرة المواد العازلة أو المضادة للجاذبية ، ويظهر أن أول من استخدمها هو شخص يدعى (J. Atterley) ج . أترلى ظهر كتابه « رحلة الى القمر » سنة ١٨٢٧ . ولكن لا السيد أترلى ولا غيره من خلفائه العديدين استطاع أن يوضح - فيما نعلم - كيف تستطيع موادهم المضادة للجاذبية البقاء على الأرض : فقد يظن المرء أن مواد لها هذا الميل الشديد للتصعيد في الفضاء لا بد وأن تكون قد رحلت الى الفضاء منذ زمن بعيد .

ومن السهل أن تثبت أن مواد مثل « كافوريت » ولز مستحيلة ماديا ، وأنها تتحدى قوانين الطبيعة الأساسية . ولكن فكرة مضاد الجاذبية في حد ذاتها ليست فكرة سخيفة تماما وسنعود اليها في الفصل السابع عشر .

ظهر كتاب ولز في سنة ١٩٠١ ، أما بعد ذلك فليس من السهل حصر الكتب التي عالجت موضوع السفر بين الكواكب فضلا عن قراءتها . وهناك سبيان واضحان لهذه الزيادة . أولهما أن قهر الهواء شحذ خيال الكتاب ، والثاني أن علماء أكفاء وضعوا أسسا ثابتة لعلم السفر في الفضاء وبدأت نتائج أبحاثهم تتسرب تدريجيا للجمهور . ولقد ركزت أبحاث جودارد (Goddard) (سنة ١٩١٤ فصاعدا) ثم أبحاث أوبرت (Herman Oberth) الاهتمام بالصاروخ . وقد أقبل معظم كتاب قصص الفضاء على استعمال الصاروخ كوسيلة للدفع

حتى قبل أن تثبت الأبحاث الواسعة النطاق التي تمت في العصر الحديث صحة تنبؤات هذين الرجلين •

ولا شك أن هذه القصص العديدة - ومنها ما توخى الأسس العلمية الدقيقة - قد ساهمت بالكثير لتحقيق ما كانت تنادى به • وعندما نمعن النظر نرى موقفاً فريداً لم يسبق له مثيل : فحتى أدب الطيران وهو أقرب شيء لأدب الفضاء لا نجد قد عولج بمثل هذه الدقة والامعان • ولا ريب أن لقهر الفضاء جاذبية فياضة وقبضة آسرة على العواطف الانسانية حتى ليظل موضوعاً ملهماً لهذه الفترة الطويلة من الزمن • ولذلك فسيبدو غريباً أن تختفى قصة الفضاء في شكلها التقليدي في وقت قريب ، فالتاريخ الآن يخلق بالخيال • وسيفقد الكتاب الخياليون القمر عندما تهبط عليه أول صواريخنا ولكن خسارتهم ستكون ضئيلة فسيصبح الكون بأكمله ميدانهم الفسيح •

الفصل الثاني

الأرض وجيرانها

لعل أول صعوبة تقابل من يحاول تصور الطيران بين الكواكب هي مشكلة القياس • فالمسافات التي يشملها البحث هائلة ، وهي أكبر بكثير من أى مسافات تقابلنا في حياتنا اليومية ، حتى انها تبدو بالنسبة لها عديمة المعنى • ولكن هذه الصعوبة من السهل التغلب عليها بشيء من المران •

فما زال هناك قوم بدائيون يعتبرون مسافة مائة ميل خارج حدود التصور ، بينما يوجد أناس يسافرون عشرة آلاف ميل في بضعة أيام ولا يحسبونها شيئا كثيرا ، فنظرنا للمسافات تتغير بزيادة سرعة وسائل النقل • واليوم لا تبدو استراليا لنا بمثل البعد الذي كانت به لأجدادنا • وبنفس هذه الطريقة يمكن للعقل أن يتكيف لادراك المسافات بين الكواكب حتى اذا لم يكن يستطيع تصورها فعلا (ومع كل ، هل يستطيع العقل حقا أن يتصور مسافة ألف ميل ؟)

والخطوة الأولى في عملية التقريب الى ذهن هذه هي

استخدام النموذج المصغر • ولنبدأ بالتركيز على الأرض والقمر فقط متجاهلين الكواكب الأخرى • وسنأخذ مقياسا يكون الانسان فيه ما زال ظاهرا للعين المجردة باستخدام نسبة تصغير ١٠٠٠ : ١ فتكون الأرض كرة قطرها ٨ أميال وعلى بعد ٢٤٠ ميل منها توجد كرة أخرى هي القمر وقطرها ميلان • وعلى هذا المقياس يصبح طول الانسان أقل قليلا من جزء من اثني عشر من البوصة ، وتصبح سرعة أسرع طائرة ميلا في الساعة ، وسرعة الصاروخ في ٢ ثلاثة أميال ونصف الميل في الساعة ، وعندئذ يبدو الرجل الذي طوله ١٢ / من البوصة وهو يحاول تصوير المسافة بين الأرض والقمر مثل نملة ذكية تحاول أن تتخيل حجم انجلترا •

ولادخال الكواكب في الصورة وجب علينا تغيير المقياس مرة أخرى ، فيصبح الانسان دون الرؤية بكثير • فبالتصغير مليون مرة يصبح قطر الأرض أربعين قدما والقمر عشرة أقدام على مسافة ربع ميل منها • أما الشمس فتكون على بعد ٩٣ ميلا وقطرها ميل واحد تقريبا ، وعلى مسافة ٣٦ ميلا و ٦٧ ميلا منها يدور عطارد والزهرة على التوالي • وقطر عطارد ١٥ قدما والزهرة ٣٨ قدما • (أى أنها أصغر من الأرض قليلا • أما خارج مدار الأرض ، فيوجد المريخ وقطره ٢٠ قدما وبعده عن الشمس ١٤٠ ميلا • ويتبع المريخ قمران صغيران قطراهما حوالي نصف البوصة •

أما خارج المريخ فهناك فجوة هائلة تـخلو الـا من آلاف الكواكب الصغيرة أو الكويكبات (Asteroids) التى يزيد حجم القليل منها عن حبة الرمل على مقياسنا . وعلىنا الانتقال الى مسافة ٤٨٣ ميلا من الشمس - و ٣٤٠ ميلا من المريخ - لكى نصل الى المشترى أكبر الكواكب جميعا . وفى نموذجنا يكون قطره ٤٠٠ قدما ، وله أحد عشر تابعا تتراوح أحجامها من ١٥ قدما الى بضع بوصات .

وقد تشعر أن النموذج أصبح كبيرا بالرغم من تصغيرنا له مليون مرة ، إلا أنه ما زال هناك الكثير قبل أن نصل الى حدود امبراطورية الشمس ، فما زال ثمة أربع كواكب أخرى هى زحل وقطره ٣٥٠ قدما وأورانوس (١٥٠ قدما) ونبتون (١٦٠ قدما) وبلوتو (٢٠ قدما) ويبعد عن الشمس بمقدار ٣٧٠٠ ميل .

ويظهر لنا هذا النموذج للمجموعة الشمسية مقدار خلو الفضاء ويبين صعوبة تمثيل أحجام الكواكب والأبعاد بينها على نفس المقياس . فلو صغرنا حجم الأرض الى حجم كرة تنس الطاولة لكان مدارها نصف ميل ولأصبح بلوتو على مسافة عشرة أميال من الشمس .

وفى شكل (١) حاولنا اعطاء صورة تمثل الكواكب وتوابعها ومداراتها . غير أنه من المستحيل حتى فى أكثر الرسوم تكبيرا تمثيل التوابع الصغيرة بدقة .

الكبيرة التي يجب على الكواكب الخارجية أن تقطعها فحسب»
ولكنها ترجع كذلك لبطء حركتها وسنرى سبب ذلك في
الفصل الرابع ، فسرعة عطارد في مداره ١٠٧٠٠٠ ميل في
الساعة وسرعة الأرض ٦٨٠٠٠ ميل في الساعة بينما لا تزيد
سرعة بلوتو عن ١٠٠٠٠ ميل في الساعة •

والنقطة الثانية الهامة هي أن مدارات معظم الكواكب تقع
في مستو واحد تقريبا ، وبذلك يمكن القول بأن المجموعة
الشمسية مسطحة تقريبا • ولهذه القاعدة بعض الاستثناءات
أكبرها أن مستوى مدار بلوتو يميل على مستوى مدار الأرض
بزاوية قدرها ١٧ درجة ولكن القاعدة تنطبق بصورة جيدة
على العموم مما يبسط مشكلة السفر بين الكواكب الى حد
كبير •

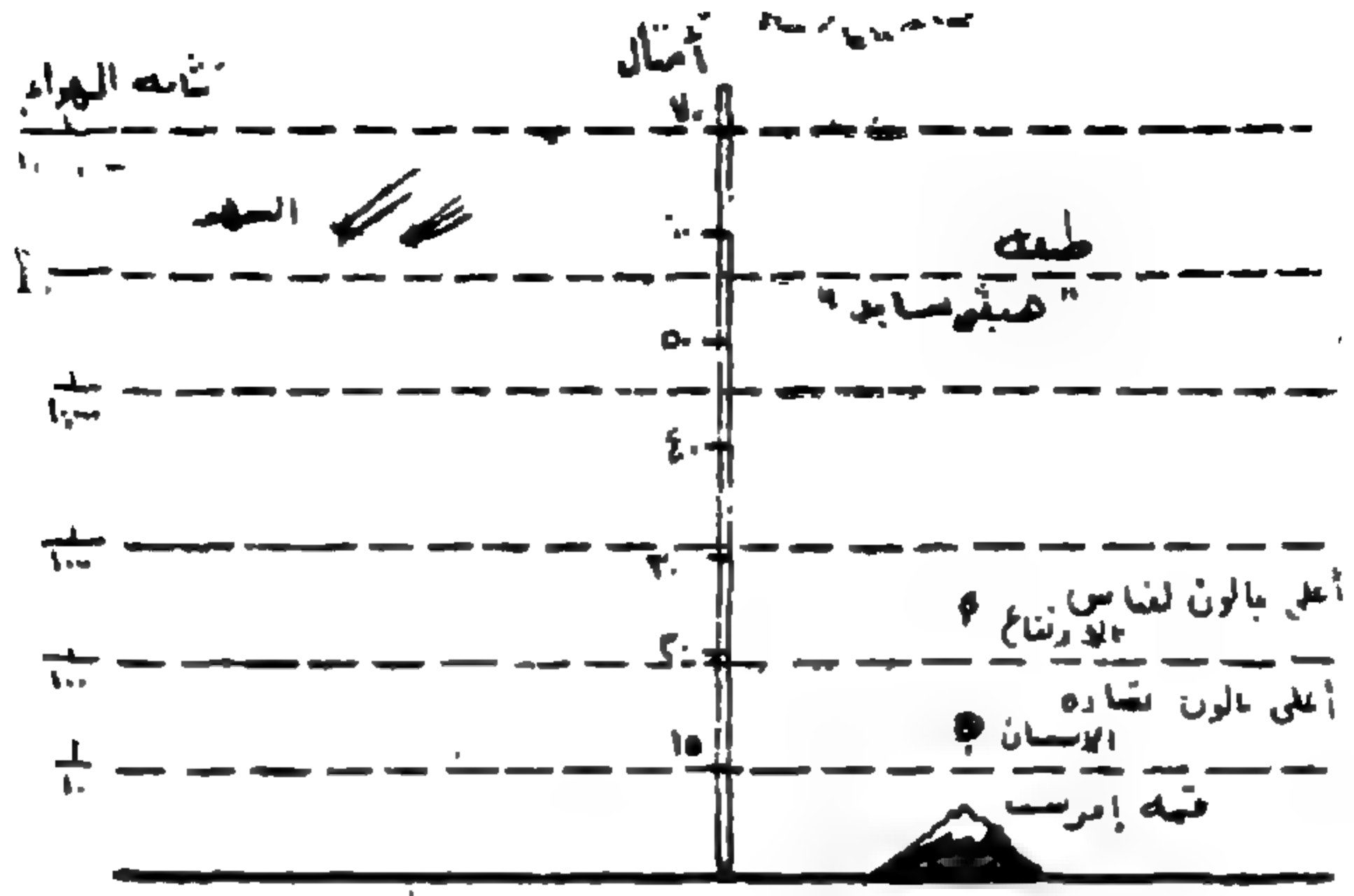
وأخيرا ، فشكل مدارات الكواكب دائري تقريبا وتقع
الشمس عند المركز ، ويشذ عن هذه القاعدة عطارد والمريخ
- ومرة أخرى - بلوتو إذ أن مداراتها بيضاوية بدرجة
محسوسة • وفي الواقع أن مدار بلوتو لا مركزي لدرجة أنه
يكون أحيانا أقرب للشمس من نبتون •

هذه إذا هي مجموعة الكواكب ، وأرضنا أحسد أفرادها
الصغار • وبالرغم من حجمها العظيم فهي تكون مجموعة
منعزلة تقريبا في الفضاء لبعدها الشاسع حتى عن أقرب النجوم
إليها • (وسنبحث في الفصل السادس مقياس الكون النجمي)

وهكذا تدور الكواكب جيلا بعد جيل بدقة متناهية حول الشمس لأنها فى فراغ تام بعيدة عن تأثير الاحتكاك أو أى قوة أخرى قد تقلل من سرعتها •

ولا بد أن عدم وجود هواء فى الفضاء بدأ كأكبر عقبة فى سبيل السفر بين الكواكب عندما اكتشف الناس أن الهواء الجوى لا يمتد الا لمسافة بسيطة حول الأرض ، ولكننا اليوم نعلم أن وجود أى مادة فى الفضاء يمنع من الوصول الى السرعة اللازمة للسفر الى العوالم الأخرى • غير أن هذه مشكلة تصبح مسألة نظرية بحتة ، فلو كانت هناك أى مادة فى الفضاء لكانت الكواكب قد بادت منذ زمن بعيد لأن المقاومة كانت ستقلل من سرعتها الى أن تهوى أخيرا الى الشمس •

وسنستطيع فيما بعد أن نعود لدراسة الكواكب الأخرى لنرى ماذا نعرفه عن حالتها الطبيعية • أما الآن فيجب أن نعود الى الأرض لأنها ستكون لمدة طويلة نقطة البداية لكل رحلاتنا ، ولنبحث العقبات التى يجب علينا التغلب عليها اذا أردنا ترك الأرض •



شكل ٢ تغير كثافة الهواء مع الارتفاع

والهواء الجوي كما ذكرنا آنفا عامل مساعد وعامل معطل ،
فنحن لا نستطيع أن نعيش اذا نزل ضغط الهواء المحيط بنا
عن نصف الضغط الجوي عند سطح البحر . والواقع أن
معظم الناس يصابون بعجز تام قبل أن يصل الضغط الى هذا
الرقم بكثير . وكثافة الهواء وضغطه يقلان بانتظام كلما ارتفعنا
عن سطح الأرض كما هو مبين بالشكل (٢) . و لا يمكن
لإنسان أن يعيش بصفة دائمة في مكان يرتفع عن سطح البحر
أكثر من ثلاثة أميال ونصف ، بل ان هذا يحتاج لفترة طويلة
من التأقلم .

ولا يقتصر تأثير انعدام الجو على الإنسان فقط بل يتعداه الى
الآلات أيضا . فالطائرات سواء النفاثة أو المروحية منها هي

آلات تعمل باحتراق الهواء كالإنسان تماماً ، والفرق بينهما لا يعدو أن عملية الاحتراق في الآلة الانسانية أهدأ وتحويسل الطاقة الكيميائية الى قدرة أكثر تعقيدا وفضلا عن ذلك فالطائرات تحتاج الى الجو لحملها ، اذ أن المراوح والأجنحة تصبح عديمة النفع في الفراغ . وهذه العوامل كلها تضع حدا للارتفاع الذي يمكن للطائرات المعتادة أن تعمل فيه وهو يقدر بما يتراوح بين ١٠ ، ١٥ ميلا . أو بمعنى آخر عندما يصبح الضغط الجوي حوالى ٢٠/١ من قيمته عند سطح البحر .

أما البالونات فيمكنها أن تعمل على ارتفاعات أكبر كثيرا ، قد تصل الى ٢٥ ميلا اذا كانت حمولتها من الأجهزة خفيفة . ولكنها هي أيضا تصل الى ارتفاع تكون كثافة الهواء المحيط بها فيه أكثر قليلا من كثافة الأيدروجين المستعمل ملئها فلا يساعد على رفعها أكثر من ذلك . فلم يرتفع شيء من صنع الإنسان فوق هذا الارتفاع قبل مجيء الصاروخ الجبار ما عدا قنابل مدفع باريس (الذى يسمى عادة خطأ برتا الكبيرة) فى الحرب العظمى الأولى . فقد وصلت الى ارتفاع ٣٠ ميلا . ولو أمكن اطلاقها عمودية لوصلت لارتفاع ٤٠ ميلا .

والحق أن الجو لا ينتهى عند الارتفاع الذى تصل اليه البالونات مطلقا ، بل يرق مع البعد كما تخفت النجمة الموسيقية مع الزمن . حتى نصل فى النهاية الى درجة لا يكون بإمكاننا ادراك وجوده . ويوجد من الهواء على ارتفاع خمسين ميلا

كمية كافية لأن تلعب دورا بالغ الأهمية فى حياتنا الحديثة ،
فعلى هذا الارتفاع تتأين الغازات المخلخلة مكونة الطبقة العاكسة
(الأيونوسفير (Ionosphere) أو طبقة هيفيسايد)

(Heavyside) التى جعلت المواصلات اللاسلكية الطويلة
المدى ممكنة ، والتى تسبب بعض الأصوات الغريبة التى تتدخل
فى اذاعاتنا • وحول هذا الارتفاع نجد ان معظم الشهب التى
تخترق الجو بسرعة ١٠٠٠٠٠ ميل فى الساعة أو أكثر تلقى
حتفها ، فعلى هذه السرعات يستطيع حتى الأيونوسفير أن يولد
مقاومة احتكاكية هائلة •

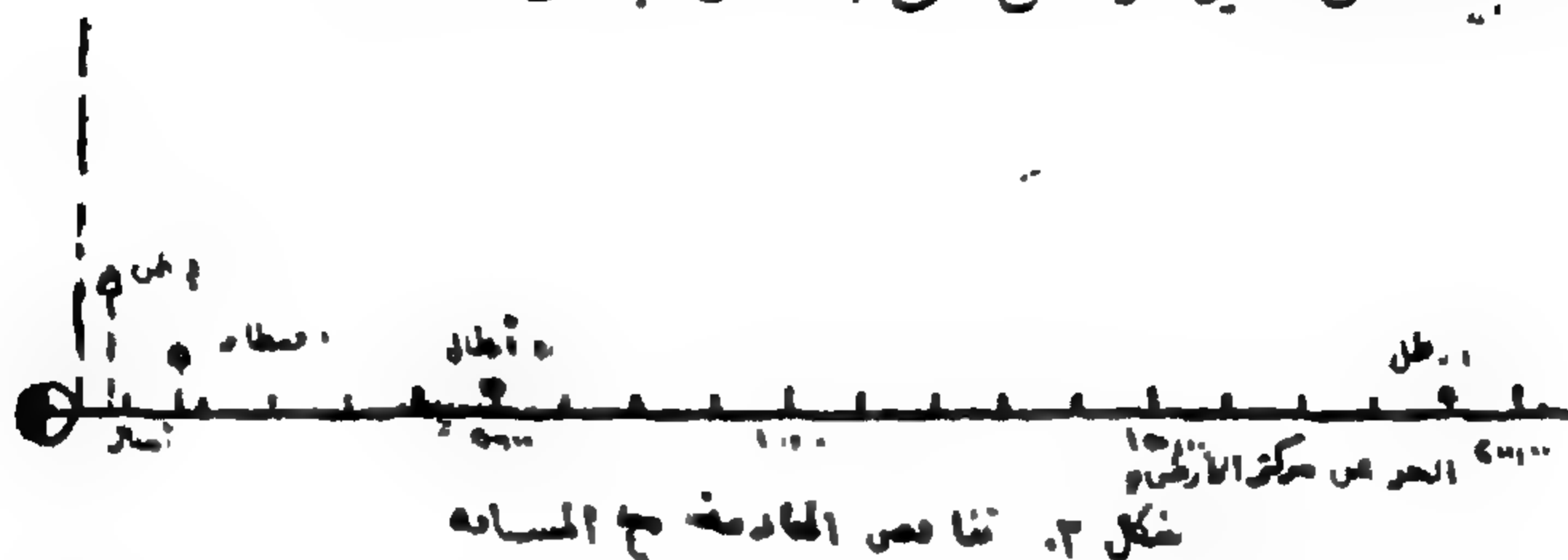
وآخر دليل على وجود الجو هو الشفق القطبى (Aurora)
الذى قلما نرى أضواءه الرائعة فى خطوط العرض الجنوبية
وان كانت كثيرة الحدوث قرب القطبين المغناطيسيين للأرض
وهى تنتج عن تفريغ كهربى مثل الذى يحدث فى أنابيب
النيون وترتفع ألسنتها الى ٦٠٠ ميل مع أننا على ارتفاع أقل
من ذلك بكثير وفى فراغ أتم من أى فراغ يمكن احداثه فى
المعامل •

وربما يظن أن الغلاف الجوى ما دام قليل الغوص يمكن
اغفاله كعامل فى الطيران بين الكواكب ولكن الأمر ليس كذلك
كما سنرى بعد قليل : فالجو يحد حقا من السرعة التى يمكن
الوصول إليها قرب سطح الأرض ، ولكن الأهم من ذلك هو
أنه يقدم لنا وسيلة للتزول بأمان عند العودة •

وهذا الغلاف الرقيق من الهواء ، الذى لولاه تنعدم الحياة
كما نعرفها الآن ، مشدود الى الأرض بقوة الجاذبية . ولو كانت
الجاذبية أضعف مما هى عليه بنسبة الربع أو الخمس لهرب
الهواء الى الفضاء كما حدث فعلا فى القمر . ولذا حق علينا
شكر الجاذبية فى هذا المقام ، وإن كنا عند التفكير فى ترك
الأرض نتمنى أن تكون أقل مما هى عليه .

فالجاذبية أكثر القوى الطبيعية انتشارا وهى تطفى على كل
مناقشة عن الطيران فى الفضاء وعلى سطح الأرض . فللجاذبية
قيمة ثابتة علميا فى كل أنحاء الأرض . وتقل هذه القيمة
تدريجيا كلما ارتفعنا الى أعلى ، وإن كان هذا التناقص بطيئا
لدرجة أنها تحتفظ بمقدار ٩٠٪ من قيمتها عند سطح البحر
على ارتفاع ٢٥٠ ميلا وهو أقصى ارتفاع وصله الصاروخ حتى
الآن . فاذا ازداد البعد عن الأرض حتى يصل الى آلاف الأميال
يصبح النقص كبيرا . فمثلا على ارتفاع ١٢٠٠٠ ميل يصير وزن
الرطل أوقية واحدة . ونتيجة لذلك فكلما ارتفع المرء عن
الأرض كلما سهل عليه المضي فى سبيله هذا (مما يعتبر تطبيقا
علميا للمثل القائل لا شيء ينجح كالنجاح) . ويمكن تشبيه
الذى يحاول ترك الأرض فيما يتعلق بالجاذبية بمن يرقى تلة
كبيرة الميل ولكن هذا الميل يقل تدريجيا حتى يصبح أفقيا ولكنه
لا يصبح أفقيا تماما لأن الجاذبية لا ينتهى مفعولها أبدا وإن
كان يمكن اغفالها على مسافة نحو مليون ميل .

وسنعود لاستعمال هذا التشبيه فيما بعد لفائدته الكبيرة • أما حالياً فيمكن أن نكون فكرة مصورة عن كيفية تناقص الجاذبية مع المسافة من شكل (٣) ومنه نلاحظ خطأ الرأي الشائع بأن الجاذبية تقل كثيراً ونحن على بعد قريب من الأرض •



فإذا ما قدر لنا أن نبني سفنا للفضاء يجب علينا أن نعي نقطتين أساسيتين : أولاهما أن كل طريقة للدفع تعتمد على الجوى لا جدوى منها ، والثانية أنه حتى لو وجدنا آلة تنتج الدفع في الفراغ فلا بد لنا أن نزود سفينتنا بطاقة تكفى لمقاومة جذب الأرض لها حتى ترتفع آلاف الأميال بعيدا عن الأرض .

- وسنرى في الفصل القادم أن الشرط الأول قد تحقق فعلا .
- وأن الشرط الثانى - وهو مشكلة الطاقة - أبعد خطرا بكثير .

ومع ذلك فيمكن حل هذه المشكلة أيضا دون الحاجة الى اكتشافات أساسية جديدة . • فلن يكون علينا أن نتظر حتى ينتج أحدهم « مضاد الجاذبية » حتى نستطيع أن نسير الى الكواكب ، فالوسيلة بين أيدينا : انها الصاروخ .

الفصل الثالث

الصاروخ

إن تاريخ الصاروخ غريب ومشحون بالحوادث . وإن كنا سنبتعد كثيرا عن موضوع الكتاب لو توسعنا في دراسته . وهو في ميدان الحرب مثال رائع لسلاح كان ميتا في الظاهر وإذا به يعود ليظهر بطريقة مسرحية . والمعروف أن أول من اخترعه هم الصينيون في سنة ١٢٠٠ ميلادية . ومع أنه يقال أحيانا أن الصينيين اخترعوا البارود وأثبتوا مقدار مدنيتهم باستعماله في الألعاب النارية فقط ، إلا أن الصاروخ يكذب هذا الزعم ، لأنهم استخدموه في الحرب ضد المغول في حصار كايفنج سنة ١٢٣٢ .

وسرعان ما وصلت أخبار الاختراع إلى أوروبا وانتشر استعمال الصاروخ في القرون التالية في الألعاب النارية وكسلاح مهيب وإن يكن غير مضمون النتيجة . ولم تكن له أهمية حربية حتى سنة ١٨٥٠ حين لفت السير كونجريفت

(W.Congreve) نظر الجيش البريطاني الى امكانياته • وعندئذ
بدا أن الصاروخ سيحل محل البندقية (كما اعتقد كونجريف)
ولكن التقدم العظيم في المدفعية سرعان ما قضى عليه • وفي
نفس الوقت وجد له عمل آخر وهو القاء حبال النجاة الى
السفن التي ألقاها الموج بعيدة عن الشاطئ • وهكذا ظل
استخدام الصاروخ فيما بين سنة ١٨٥٠ الى سنة ١٩٢٠ قاصرا
على الألعاب النارية وأعمال الانقاذ • أما خطره وفوائده فظلت
في علم الغيب •

وفي أثناء الحرب العالمية الأولى ، بدأ عالم أمريكي شاب
يدعى روبرت هتشنجس جودارد يبحث امكان استعمال الصاروخ
في استكشافات الارتفاعات الشاهقة • وفي سنة ١٩١٩ نشر
المعهد السميثوسوني (Smithsonian Institute) الذي
أمد جودارد بالمال اللازم لأبحاثه نشر رسالته الأولى الصغيرة
وهي كتيب صغير لا يزيد عن مائة صفحة بالعنوان المتواضع :
• طريقة للوصول للارتفاعات الشاهقة ، ويعتبر هذا الكتيب
فاتحة العصر الحديث في أبحاث الصواريخ ، اذ أثبت بصفة
قاطعة أن الصواريخ يمكن أن تستخدم لحمل الأجهزة العلمية
الى ارتفاعات لم يسبق لها مثيل (١) واختتم جودارد بحثه بأنه
يمكن قذف كمية من مسحوق المغنسيوم الى القمر حتى ليتمكن
رؤية الوميض الناتج عنها بالتلسكوبات الأرضية •

(١) الحق ان قصب السبق في بحث استخدام الصاروخ لاستكشاف الفضاء
يعود الى تسيولوكوفسكي الروسي وروبرت استوبلترى الفرنسي •
K.E. Ziolkowsky. R.Esnault-Pelterie

ولم يسر جودارد أبعد من ذلك في بحث السفر بين الكواكب
وان كان معروفا أن مذكراته التي لم تنشر بعد (وقد مات
سنة ١٩٤٥) تحتوي على تكهناته في هذا الموضوع . بيد أن
أثره في هذا الميدان كان عظيما جدا ولا شك أن كتابه الصغير
كان حافزا لعلماء أوروبا الذين بدأوا يتطلعون الى الكواكب .
وكان هرمان أوبرت - Herman Oberth الأستاذ الروماني
للرياضيات أبرز أولئك العلماء . وقد نشر في سنة ١٩٣٣
رسالة موضوعها « الصاروخ في فضاء الكواكب » . ثم أعاد
نشرها بعد ست سنوات بتوسع كبير حتى أصبحت كتابا يعد
بحق انجيل علم السفر في الفضاء وهو « الطريق الى السفر
بين الكواكب » . وفي هذا الكتاب الذي قد يعد يوما ما من
قلائل الكتب التي غيرت تاريخ الانسانية ، بحث أوبرت
بالتفصيل المشاكل الأساسية في طيران الفضاء لا من الوجهة
الرياضية البحتة ولكن من الجانب الهندسي للموضوع أيضا ،
هذا في وقت لم يكن أكبر صاروخ بنى فيه يزيد عن بضعة
أرطال .

وكان أكثر العمل الذي تم في هندسة الصواريخ في ألمانيا
منذ عام ١٩٢٧ من وحي كتابات أوبرت ولكن الموقف السياسي
في سنة ١٩٣٠ استلزم أن تخصص تلك الأبحاث للأغراض
الحربية ، فالصاروخ الذي يمكنه حمل الأجهزة العلمية الى
ارتفاع مائة ميل رأسيا يمكنه أن يحمل المفرقات الى مسافات

أكبراً كثيراً أفقياً • وبیشما كانت جميع أبجاث جودارد الأولى نتيجة لمنحة قدرها ٧١٠٠٠ دولار، أنفقت وزارة الحرب الألمانية مبلغ ٣٥ مليون جنيه لبناء قاعدة بينيمونده (Peenemunde) حيث استكملت الصواريخ ف ٢ وأسلحة أخرى صاروخية ما بين عامي ١٩٣٦ و ١٩٤٥ • والتشابه الغريب بين هذه القصة وتاريخ الطبيعة النووية مذهش كما أنه مقبض للنفس •

وقد أثبتت أعمال العلماء والمهندسين الألمان في قاعدة بينيمونده أن نظريات جودارد وأوبرت وأقرانها صحيحة أساساً وأصبح في الامكان بناء صواريخ ضخمة تستطيع أن تصل إلى الارتفاعات والسرعات الهائلة التي تنبأت بها الحسابات • والواقع أنه يمكن اعتبار الصاروخ ف ٢ نموذجاً مبدئياً لسفينة الفضاء المقبلة •

وسنكتفى بهذا القدر من تاريخ الصواريخ الذي يتفتح كل يوم (وان كان العمل ما زال سراً) ، وسنبحث بدلاً من ذلك كيف يعمل الصاروخ ولماذا اكتسب هذه الأهمية العظمى في ميدان السفر في الفضاء •

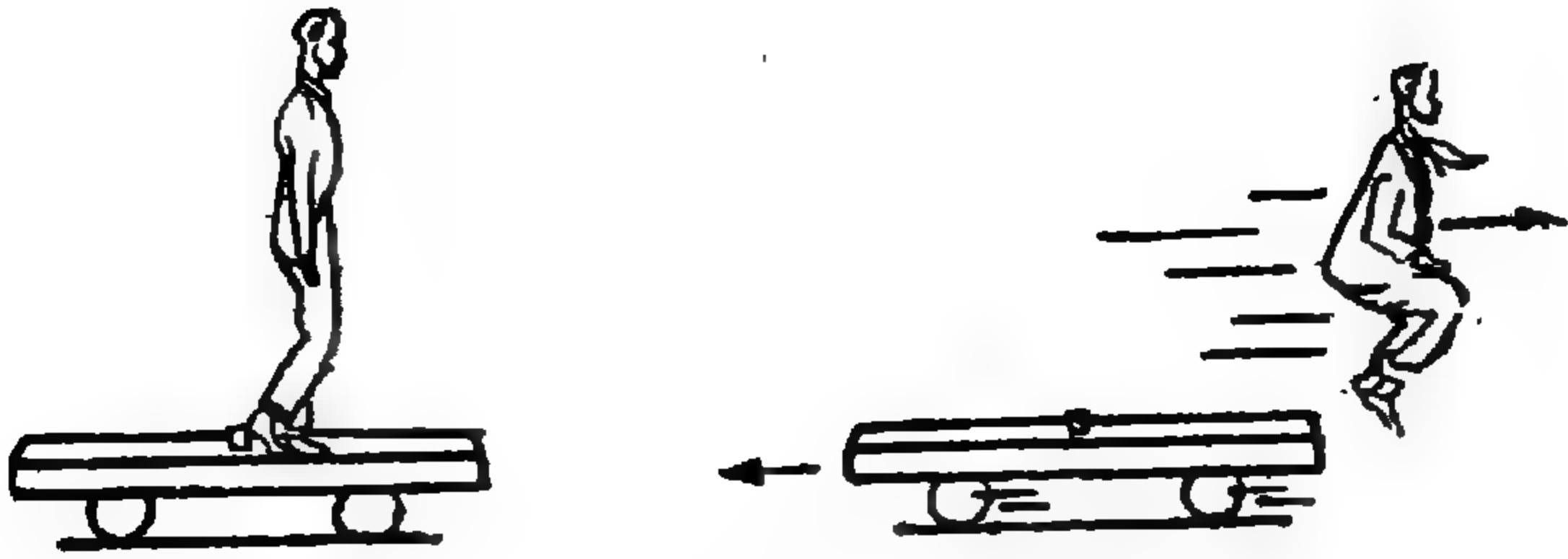
وكثيراً ما يقال ان الاندفاع الصاروخي يعتمد أساساً على رد الفعل أو « الدفع » الا أن هذا مع صحته لا يساعدنا كثيراً على الفهم فقلما يوجد أي شكل من أشكال الحركة لا يعتمد على رد الفعل ، اذ أن احتكاك أحذيتنا بالأرض يدفعها إلى الخلف ، وبالتالي يدفعنا إلى الأمام • وقد كان السير إسحق نيوتن أول

من بين في قانونه الثالث الشهير أن « لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه » . فالدفع الذي ندفع به الى الأرض من الحلف مساو تماما لدفع الأرض لنا الى الأمام ، غير أنه للفارق الكبير بين الكتلتين لا تظهر الا حركتنا نحن .

ويجب أن نلاحظ أن وجود الاحتكاك ضروري في هذه الحالة ، فلو أزيل الاحتكاك كأن نقف على لوح أملس تماما من الثلج لتعذر علينا السير ، ولتوضح هذه الآراء بدقة أكثر سنبحث الحالة التالية (شكل ٤) : نفرض أن رجلا يقف على عربة مساوية له في الوزن وأن هذه العربة تقف على سطح أملس . فلو قفز الرجل دافعا لها بقدميه عن طريق مسند خاص ، فإن قانون نيوتن والنظر السليم يؤكدان أن العربة ستدفع الى اليسار بنفس السرعة التي قفز بها الرجل الى اليمين .

أما اذا كانت العربة تزن ضعف وزن الرجل ، فحينئذ تكون سرعتها نصف سرعته . وهكذا تسير النسبة ، فما أبسط قانون رد الفعل !

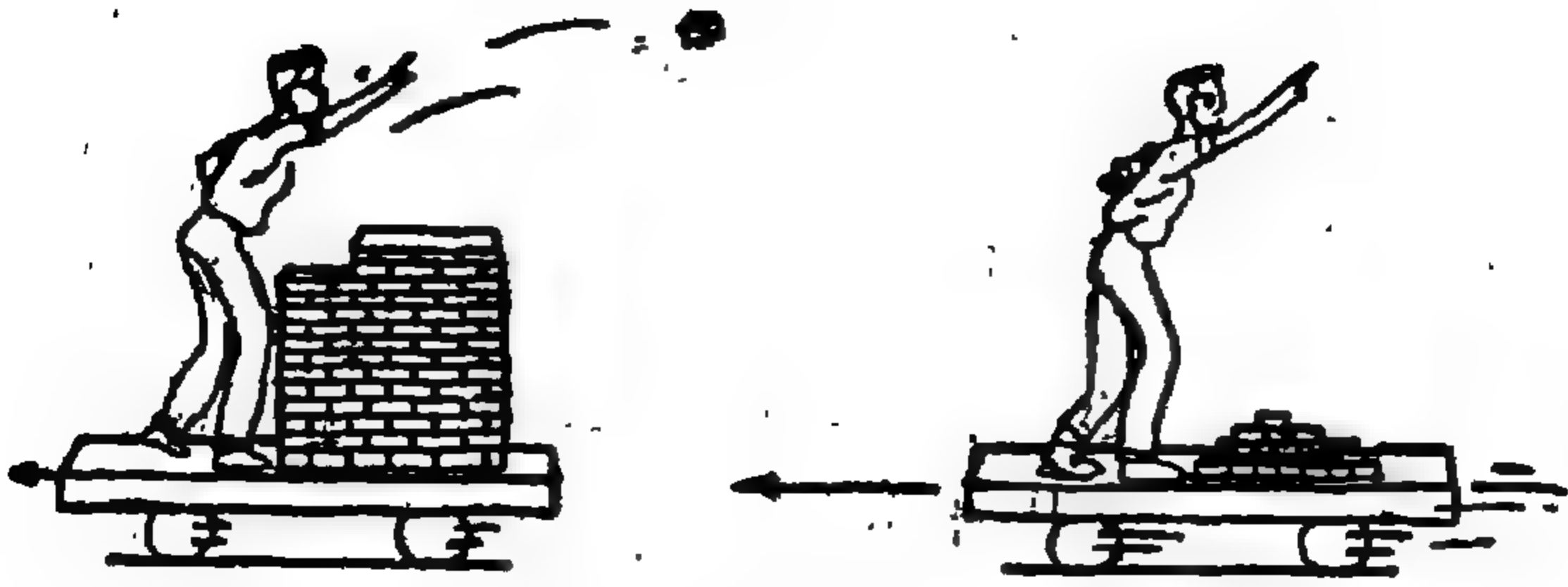
ويجب أن نلاحظ أنه في هذه الحالة - بخلاف حالة المشي - لم يتدخل الاحتكاك في احداث الدفع فالرجل قد أحدث الدفع على جزء ثابت من العربة .



شكل ٤. قانون رد الفعل

وهناك مثل شهير لرد الفعل يحدث عندما نطلق بندقية ، فانفجار البارود في خزانة البندقية يسبب الدفع ، ولكن الكتل المتأثرة بهذا الدفع كبيرة الاختلاف . ومع ذلك فالقانون نفسه ينطبق عليها . فلو كانت البندقية تزن ألف مرة قدر الرصاصة ، تكون سرعة ارتدادها جزءا من ألف من سرعة الرصاصة .

والآن نستطيع أن نبحث مثلا آخر مبني على الآراء السالفة يوضح لنا مبادئ الدفع الصاروخي . فلنعد الى صديقنا الواقف على العربة ولنفرض أنه حمل عربته بحمل من الطوب (شكل ٥) . فاذا قذف الرجل بقلب من الطوب الى اليمين ، اندفعت العربة الى اليسار . وبما أن كتلة القلب الواحد صغيرة بالنسبة لوزن العربة فان السرعة التي ترتد بها تكون صغيرة جدا ، ومع ذلك فلو كانت الأرض التي تقف عليها العربة ملساء كما افترضنا فان السرعة التي اكتسبتها لن تضع .



شكل هـ مبدأ العارج

ولكن الرجل يقذف بقالب آخر بنفس السرعة فتضاعف سرعة العربة في الحال وباستمرار قذف الطوب تتزايد سرعة العربة تدريجيا . ومن الواضح أن ما يحدث للطوب بعد تركه ليد القاذف لا يهمنا . لأن كل الدفع يحدث أثناء عملية القذف ذاتها . ولهذا فان طريقة الدفع مستقلة عن أى وسط خارجى .

ونستطيع أن نتعلم من هذا التشبيه البسيط عدة دروس أخرى هامة ، فوزن العربة يقل تدريجيا كلما استهلك الطوب . ونتيجة لذلك فان آخر قالب يقذف به من العربة يحدث أثرا أبعد بكثير من أثر القالب الأول . فاذا كانت العربة فارغة تزن نصف وزنها وهى محملة بالطوب يحدث القالب الأخير ضعف الزيادة فى السرعة التى يحدثها القالب الأول . وبالتالى فليست سرعة العربة هى التى تزداد فحسب ، ولكن تسارعها (العجلة) يزداد كذلك .

ولا بد أن يكون التشابه بين مثالنا والصاروخ قد اتضح

الآن ، والفارق الوحيد بينهما هو أن الصاروخ يقذف بالمادة باستمرار وليس في كتل منفصلة ولذا فهو ينتج دفعا مستمرا بدلا من الهزات المقطعة . ولكن المبدأ واحد في الحالتين .

ومن المفيد أن نبحث كيف يمكننا تحسين الأداء لهذه الطريقة العجيبة للانتقال وهي جهاز رد الفعل المسير بالعضلات . فإذا فرضنا أن ما نسعى اليه هو الحصول على أقصى سرعة نهائية بعد نفاذ حمولة العربة من الطوب ، نستطيع أن نرى بسهولة أن هذه السرعة النهائية تعتمد على عاملين فقط وهما : أولا سرعة قذف الطوب ، وثانيا كمية الطوب المقذوف .

ويدلنا المنطق السليم دون الاستعانة بأي عمليات حسابية ، أن مضاعفة سرعة قذف الطوب تضاعف سرعة العربة . ولكن لنفترض أنه من المستحيل زيادة سرعة القذف كما هي الحال إذا كان الرجل يعمل بأقصى طاقته ، فهل يمكن الوصول الى سرعة أكبر إذا أخذ حملا أكبر من الطوب ؟ وبأي شكل تتأثر السرعة النهائية بالحمولة الأولى ؟ والاجابة على هذا السؤال أكثر تعقيدا وإن كنا نستطيع هنا أن نذكر النتائج النهائية وهي أن السرعة يمكن زيادتها بهذه الطريقة وإن كانت كفايتها غير جيدة . فزيادة سرعة القذف أكثر توفيراً من زيادة الحمولة من الطوب ولا يجب اللجوء الى هذه الطريقة الا إذا لم يكن من ذلك مفر .

وفي هذه المرحلة يجدر بنا توضيح الأمر بالأرقام .

فلنفرض أن سرعة قذف الطوب من العربية ٢٠ ميلا في الساعة وأن وزن العربية فارغة مع راكبها النسيط ٢٠٠ رطل - ويجب أن نتذكر مرة أخرى أننا قد أغفلنا عامل الاحتكاك نهائيا - فيكون السؤال الذي نود الإجابة عليه هو : ما هو وزن الطوب الذي يجب أن تحمله العربية حتى تصل الى سرعة نهائية قدرها ٢٠ ميلا في الساعة وهي نفس سرعة قذف الطوب ؟

وقد نظن لأول وهلة أنه ما دامت العربية فارغة تزن ٢٠٠ رطل فسنحتاج الراكب الى قذف ٢٠٠ رطل من الطوب حتى يصل الى سرعة القذف . ولكن هذا ليس صحيحا تماما ، اذ يجب أن نأخذ بعين الاعتبار الشغل الاضافى الذى يبذل لتسارع الطوب الموجود على العربية أثناء فترة الدفع . وبعملية حسابية بسيطة نجد أنه عند أخذ هذا العامل فى اعتبارنا - يجب على العربية أن تحمل بوزن دافع - كما يمكن أن نسميه - مقداره ٣٤٤ رطلا أو ١٧٢ من وزن العربية الفارغة .

والآن لنطمع فى المزيد ، ولنسأل اذا كان فى الامكان أن تحمل العربية من المادة الدافعة ما يكفى لجعل سرعتها النهائية ضعف سرعة قذف الطوب . وقد تبدو هذه الفكرة غريبة لأول وهلة ولكن يجب أن نذكر أنه ما دامت هناك مادة دافعة على العربية يمكننا أن نستمر فى التسارع ، ولا يوجد سبب نظرى يمنع سرعة العربية من الزيادة عن سرعة الطوب المقذوف . وبالحساب نجد أننا نستطيع أن نضاعف سرعة العربية ، ولكن

هذا يعنى تحميلها بحمل من الطوب قدوه ٤ر٦ أضعاف وزنها
الفارغ أى ١٢٨٠ رطلا من الطوب •

والآن هل نقف عند هذا الحد ؟ نظريا لا • فمادام وزن
العربة وراكبها المجهذ جزءا صغيرا بدرجة كافية من الوزن
الكلى فانه يمكننا الوصول الى أى سرعة نهائية • ولكن الأرقام
آخذة فى الزيادة بسرعة كبيرة ، فلكى تصل سرعة العربة الى
ثلاثة أمثال سرعة القذف ، يجب أن يكون وزن الحمولة الأولى
من الطوب ١٩ ضعفا لوزن العربة • أى ما يساوى ٣٨٠٠ رطل
غير أننا اذا استطعنا مضاعفة سرعة القذف الى ثلاثة أمثالها ،
تنطبق علينا الحالة الأولى مرة ثانية ولا يلزمنا سوى ٣٤٤ رطلا
للحصول على نفس النتيجة •

وقد أطلنا فى شرح هذا التشبيه لأنه يوضح لنا بجلاء المبادئ
الأساسية للدفع الصاروخى • فالصاروخ أساسا جهاز يحمل
وزنا مجددا من المادة الدافعة يقذفها بأسرع ما يمكن بواسطة
الطاقة الكيميائية • وجميع النتائج التى استخلصناها من هذا
المثال يمكن تطبيقها على الصاروخ دون أى تعديل • وهذه
النتائج تلخص فيما يلى :

١ - يستطيع الصاروخ أن يعمل فى انعدام الهواء أو أى
وسط آخر •

٢ - اذا بقى الدفع أو قوة الارتداد ثابتة فان التسارع
(المجلة) يتزايد كلما خف الصاروخ باستهلاك المادة
الدافعة •

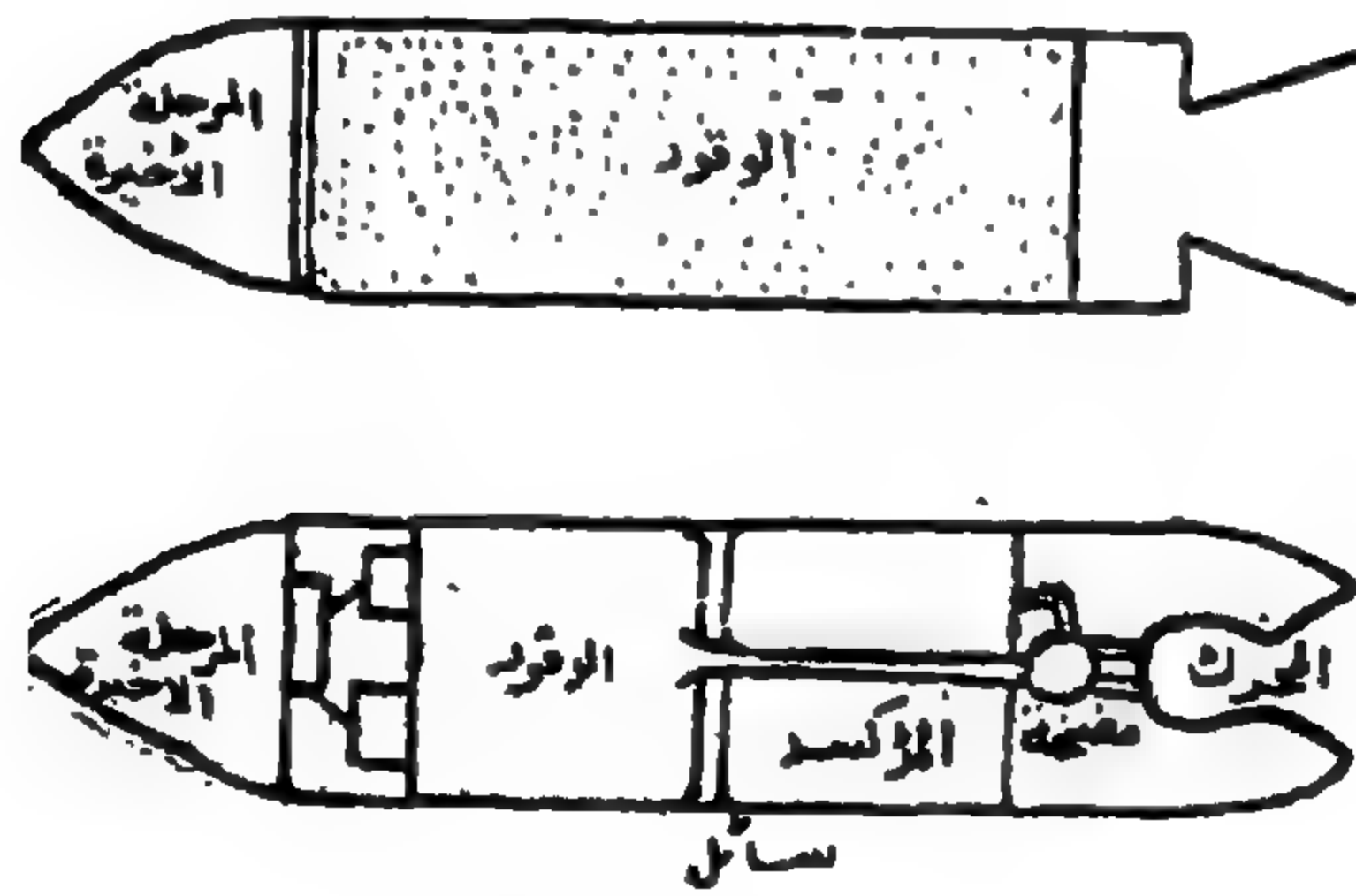
٣ - السرعة النهائية تتوقف على سرعة القذف مباشرة فلو
ضوعفت هذه لتضاعفت السرعة النهائية ، وهكذا •

٤ - السرعة النهائية تتوقف كذلك على وزن الوقود المقذوف
فإذا كان وزن الوقود يبلغ ١٧٣ مرة قدر الوزن النهائي
للصاروخ ف ٢ فأننا نصل الى سرعة تساوى سرعة العادم
وإذا كانت النسبة ٦ : ١ تكون سرعة الصاروخ ضعف
سرعة العادم وإذا كانت ١٩ : ١ تصل السرعة الى ثلاثة
أمثال سرعة العادم ، وهكذا •

فما تقدم نرى أننا نستطيع استخدام الصاروخ فى استكشاف
الفضاء الذى يخلو من الهواء • وإذا كنا على درجة من المهارة
نستطيع معها بناء صواريخ تحمل كمية كافية من الوقود ، فإنها
يمكن أن تقوم بأى عمل يناط بها أداؤه ، وسنبحث امكانية
ذلك فيما بعد • ويحسن هنا أن ننظر عن قرب فى ميكانيكا
الصاروخ لنرى كيف يبنى وكيف يعمل •

لم تكن الصواريخ الأولى سوى أنابيب من الورق المقوى
أغلق أحد طرفيها وحشيت بالبارود بينما زود طرفها الآخر
بفوهة تخرج منها الغازات الساخنة وكثير من الصواريخ الكبيرة
القسوية - وخاصة ما بنى منها للقذائف أو لمساعدة الطائرات
على الاقلاع - ما تزال تصمم على هذا الأساس • وهى تمتاز
بالبساطة المتناهية غير أنها لا يمكن التحكم فيها ، فإذا ما اشتعل
الوقود استمر الصاروخ فى العمل حتى يحترق وقوده عن
آخره •

أما الطراز الحديث من الصواريخ الذي يعتبر الصاروخ
 ف ٢ من أهم أمثله فهو أكثر تعقيدا وإن كان ممتازا بأداء
 أجسن بكثير . وهذه الصواريخ تستخدم فيها بدلا من المادة
 الدافعة الصلبة التي تخزن وتحرق في نفس الوعاء ، وقود
 سائل يحفظ في خزانات منفصلة ويضغط بواسطة المضخات
 والوسائل الأخرى الى غرف احتراق دقيقة التصميم . وبالرغم
 من التعقيد الهندسي الذي يتطلبه هذا النظام إلا أن له مزايا
 عديدة أهمها أنه يكسب العادم سرعات أكبر بكثير مما يعطى
 الوقود الصلب أو المسحوق . ويضاف الى ذلك أن الصواريخ
 ذات الوقود السائل يسهل التحكم فيها فيمكن تنظيم قوة الدفع
 كأي محرك عادي بالحد من تروينه من الوقود .



نقل ٦ مرادى الصواريخ

والشكل رقم ٦ يوضح بالرسم النسوعين الأساسيين
 للصواريخ . فالنوع الذي يستخدم المادة الدافعة السائلة لا

يحمل الوقود فقط بل ويحمل كذلك الأكسجين اللازم للاحتراق في خزان آخر • (أما الصواريخ ذات الوقود الصلب فتحمل أيضا أكسجينها بالطبع ولكنه في هذه الحالة يكون متحدا اتحادا كيميائيا في المفرق المستعمل) • وقد تعددت أنواع الوقود المستعمل وان كان الكحول والبنزين أكثر شيوعا • وقد استعملت بدلا من الأكسجين السائل الذي يحتاج لتبريده لدرجة ٣٠٠ تحت الصفر الفاهرنهيتي مواد كيميائية مثل حامض النتريك وثنائي أكسيد الأيدروجين كمواد مؤكسدة لأنها تحتوي على نسبة عالية من الأكسجين •

وتصميم صاروخ كبير مدفوع بالوقود السائل ينطوي على كثير من المشاكل الهندسية ، ولن نذكر هنا الا القليل منها • فكثيرا ما تستخدم لضغط الوقود والمؤكسد الى غرفة الاحتراق مضخات تديرها التوربينات • ويحتمل في المستقبل أن «يفسد» جزء من عادم الصاروخ نفسه لادارة هذه التوربينات •

ويكون التوجيه عادة بوساطة ريش صغيرة توضع في طريق الغازات المنفوثة تديرها الجايروسكوبات التي تتحكم في الطريق الذي سيسلكه الصاروخ ويمكن أيضا توجيه الصاروخ بامالة المحرك ولكن هذا يحتاج لهندسة معقدة ولن يستخدم للصواريخ الكبيرة جدا •

وفي اللوحة رقم ٢ رسم لصاروخ يعمل بالوقود السائل ، والتصميم المقترح لصاروخ يحمل انسانا لأبحاث الطبقات العليا

من الجو • وهو مبنى على فكرة الصاروخ ف ٢ التقليدية •
فالقائد يجلس فى كابينة مكيفة الضغط فى المقدمة ، وهذه
الكابينة مجهزة بمظلة واقية ويمكن فصلها عن جسم الصاروخ
الرئيسى أثناء النزول • ويحتوى الخزان الأمامى على الكحول
بينما يحتوى السفلى على الأكسجين السائل • وتحت هذا تقع
المضخات التوربينية التى يديرها البخار المحمص (أى الذى
ترتفع درجة حرارته عن ١٠٠ م كثيرا) الناتج من تحلل فوق
أكسيد الأيدروجين وهى الطريقة المستعملة فى الصاروخ ف ٢
كما يرى فى الرسم المحرك وأنابيب الوقود وريش التوجيه
فى طريق الغازات المنقوثة •

ولا شك أن صواريخ حاملة للانسان كهذه ستبنى فى السنين
القليلة القادمة ، وربما لاودت بأجنحة تمكنها من الانزلاق
مسافات كبيرة عندما تعود الى الجو وستكون هذه الصواريخ
مقدمة لسفن الفضاء الحقيقية وبنائها لن يحتاج الى اكتشافات
جديدة أو تغيرات أساسية فى تصميم الصاروخ : فكل المعلومات
اللازمة لها فى متناول أيدينا حاليا •

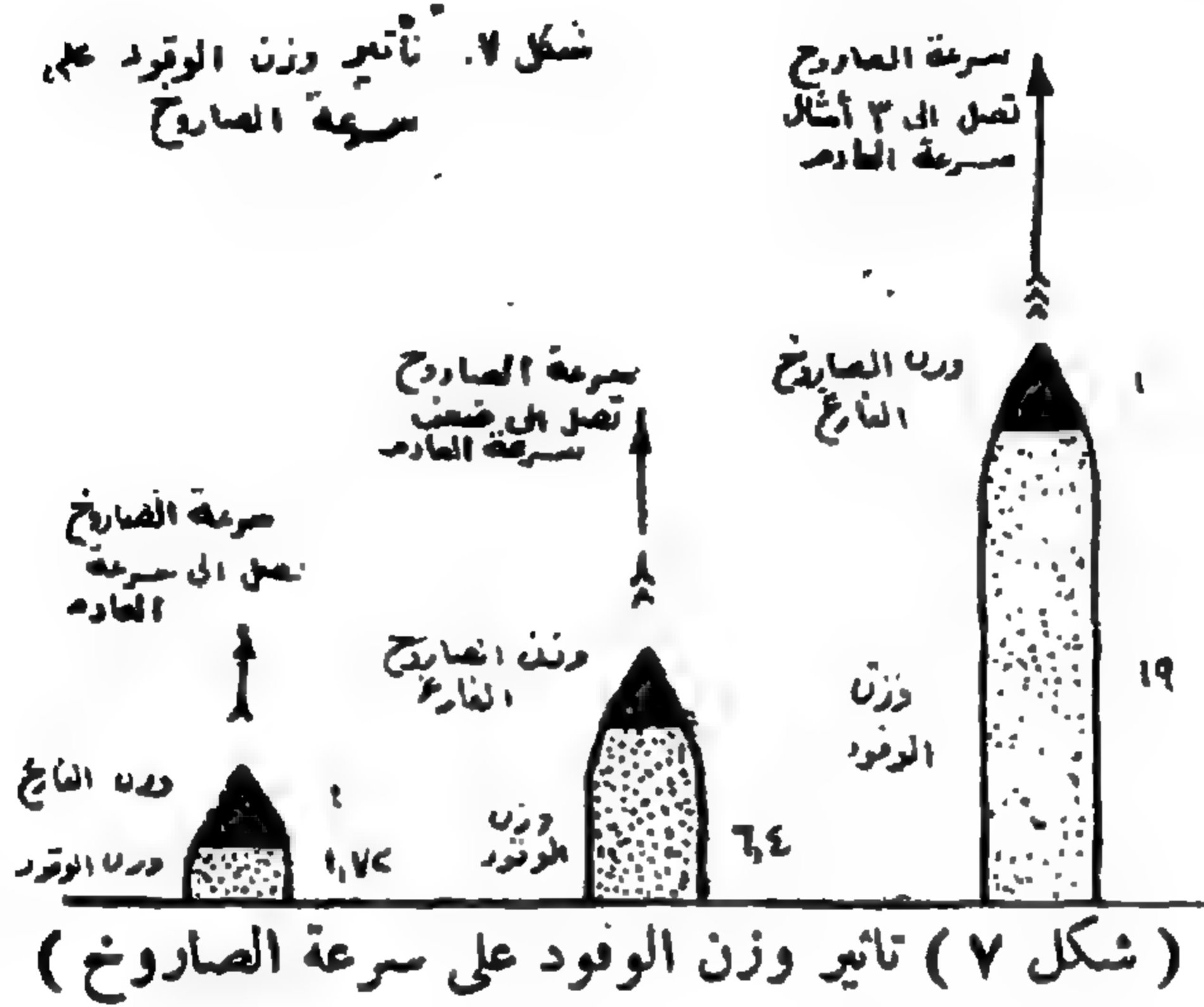
وفى الوقت الحاضر تجرى أبحاث مفيدة كثيرة على صواريخ
تحمل أجهزة أوتوماتيكية ترسل المعلومات للأرض باستمرار
أثناء فترة الطيران بواسطة الراديو • وسيلعب فن إرسال
القياسات بالراديو (التلمترى) (Telemetering) الذى لا
يتضمن خطرا على سلامة أى طيار آدمى - دورا خطيرا فى

غزو الفضاء لأن من المؤكد أن سفن الفضاء الأولى ستكون
أوتوماتيكية كلياً ، وبذلك يصبح ممكناً الاستغناء عنها .

وسرعة غازات العادم للصواريخ الحديثة ذات الوقود السائل
تصل إلى ٥٠٠٠ ميل في الساعة أو تزيد . فلو عدنا إلى مثالنا
السابق عن العربة المحملة بالطوب ، نجد أن سرعة ٥٠٠٠
ميل في الساعة يمكن الوصول إليها بواسطة صاروخ يزن فارغا
طنا واحداً ويمكنه حمل ١٧٢ طن من الوقود . ويمكن الوصول
إلى هذه النسبة بسهولة . والواقع أن الصاروخ ف ٢ وصل
إلى نسبة أفضل منها بكثير . ولكن هناك عاملين هامين في الأداء
الفعلى قد أغفلنا ذكرهما في البحث السابق . وأولهما هو
الاحتكاك وهو في هذه الحالة مقاومة الهواء . وهو لا يؤثر على
طيران الصاروخ في الفضاء إلا أنه يلعب دوراً هاماً عند صعود
الصاروخ في طبقات الجو ، فيقلل من سرعته بنسبة ٥ - ١٠٪
(وتزيد هذه النسبة كثيراً في الصواريخ الصغيرة) .

أما العامل الأشد خطورة فهو الجاذبية . التى لم تدخل فى
اعتبارنا بتاتا عندما كنا نبحث حركة العربة على سطح أفقى ،
ولكن الصواريخ عادة ترفع رأسياً ، وهذا يعنى أن الأرض
تجذبها إليها باستمرار وتقلل من سرعتها . ويقدر النقص فى
سرعة صاروخ يرتفع رأسياً بعشرين ميلاً فى الساعة لكل ثانية
من الصعود أى ١٩٠٠ ميلاً فى الساعة لكل دقيقة .
وقد يقلل هذان العاملان معاً سرعة الصاروخ النهائية بمقدار

٧٠٪ من قيمتها النظرية • ولكن هذا النقص يمكن تخفيضه بمقدار كبير في حالة سفن الفضاء الكبيرة كما يمكن تلافيه تماما في حالات خاصة •



والشكل ٧ محاولة لتوضيح تأثير نسبة وزن الوقود الى وزن الصاروخ الفارغ على أدائه • وقد افترضنا أن الوزن الفارغ طن واحد في جميع الحالات • فالصاروخ الأول يمكن بناؤه بسهولة • أما الثاني فيمثل رقما لم يمكن الوصول اليه بعد • والصاروخ ف ٢ يقع بين هذين وان كان أقرب للصاروخ الأول • فقد كان يحمل طنين من الوقود لكل طن من الوزن الفارغ • ومن الجائز أن نستطيع بناء الصاروخ الثاني وهذا يعني أن نصل الى سرعة نهائية ضعف سرعة العادم •

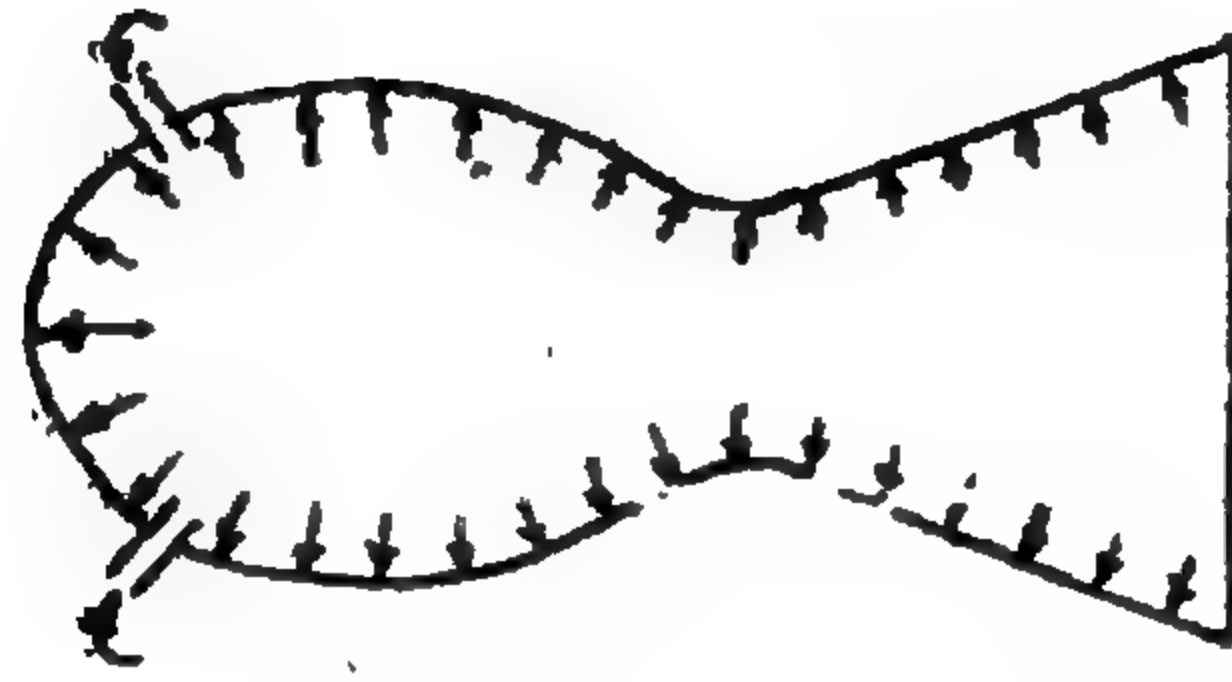
أما الصاروخ الثالث فإن أي مهندس يرتعد فرعا عندما يتأمله لأنه يعنى ضغط ١٤ طنا من الوقود في غلاف يزن طنا واحدا فقط ، ويحسن أن نذكر أن هذا الطن يشمل وزن الخزانات والمحرك وأجهزة التحكم والعلاف الخارجي - فضلا عن الحمولة النافعة ، وتشك كثيرا في إمكان الوصول إليه ، وحتى إذا كان ذلك ممكنا فستكون الحمولة النافعة شيئا نافها جدا .

ونستطيع إذن أن نستخلص النتيجة الهامة التالية : وهي أن الصواريخ من هذا النوع (ونسبمها الصواريخ ذات المرحلة الواحدة لأسباب ستعرفها فيما بعد) يمكن أن تصل سرعتها الى ضعف سرعة العادم أما الوصول الى ثلاثة أمثال هذه السرعة فأمر بعيد الاحتمال .

وبما أن أنواع الوقود المعروفة في الوقت الحاضر تعطى سرعة عادم تقرب من ٥٠٠٠ ميل في الساعة ، فهذا يعنى تزويد الصاروخ بسرعة نهائية قدرها ١٠٠٠٠ ميل في الساعة . وللحصول على أرقام أفضل من هذا الرقم علينا استنباط وقود أقوى أو استحداث طرق جديدة في البناء ، والعمل جار في هذين الاتجاهين .

وقبل أن نترك الصاروخ يحسن بنا أن نتأمل قليلا في عمل المحرك لنرى كيف وأين يشأ الدفع ، وذلك لأن الخبرة

أظهرت أنه وإن كان كثير من الناس يستطيعون أن يروا من مثال العربية المحملة بالطوب أن الصاروخ يمكن أن يعمل في الفراغ ، إلا أنهم معرضون لدخول الشك في نفوسهم عندما يحاولون تخيل ما يحدث عندما تندفع الغازات الساخنة إلى العدم ، فلا يبدو أن هناك مكانا يمكن أن يحدث عليه الدفع .



شكل ٨. القوى داخل محرك الصاروخ

والجواب على هذا السؤال المعقول يوجد في الشكل رقم ٨ ، وهو عبارة عن قطاع مبسط في محرك الصاروخ . فالوقود يحقن من اليسار ويحترق في غرفة الاحتراق محدثا كمية هائلة من الحرارة تتمدد بسببها الغازات الناتجة من التفاعل محدثة الضغط الذي يؤثر على جدران المحرك كما هو مبين بالأسهم . فإذا لم تكن هناك فوهة تخرج منها الغازات وبفرض عدم انفجار الغرفة ، فالضغط يتعادل ولا تكون هناك حركة ، ولكن لوجود الفوهة لا تتعادل القوة المتضادة عند أ ، ب فيحرك الدفع الناتج عند الصاروخ إلى اليسار .

ولا يمكن أن نبالغ في التأكيد بأن الأثر الوحيد للجو حول
الصاروخ هو تقليل كفاءته • والحقيقة أن النظرية والتجربة
تظهران أنه حالما يترك الصاروخ الجو تزداد قوة دفع المحرك
بمقدار ١٠ - ١٥٪ من قيمتها عند سطح البحر •
وبهذه المناسبة نذكر أن الصاروخ لا يحصل على دفع اضافي
إذا اصطدمت نافورة الغازات المنفوثة بالأرض أو بأي جسم
آخر مثبت • وعموما فهذا أمر غير مرغوب فيه اذ ربما يحدث
انعكاس هذه الغازات تلقا شديدا بجسم الصاروخ نفسه •
أما وقد أصبحت هذه الصورة للصاروخ وطريقة عمله أمام
ناظرينا فيمكننا الآن أن نتقل لبحث عظم المهمة التي تواجه
الصاروخ لو أردنا استخدامه لحملنا بعيدا عن الأرض •

الفصل الرابع

الافلات من الأرض

الجاذبية كالهواء الذى نستشقه ، احدى تلك الظواهر الطبيعية التى قلما نفكر فيها عادة . وهى وإن كانت تشكل غاملا رئيسيا فى حياة متسلقى الجبال ومصلحي السقوف الا أن من يعيشون منا حياة ذات بعدين لا يلحظون وجودها عادة الا عند صعود السلم بسرعة أو عند الجلوس على مقعد قد تحرك من مكانه دون سابق انذار .

وليس هناك شئ يمكن أن نفعله حيال الجاذبية : فهى تؤثر على كل الأجسام بنفس الطريقة تماما ، وتعطى أى ثقل غير مستود عجلة ثابتة قدرها ٣٢ قدما فى الثانية نحو الأرض . وهذا يعنى أن الجسم الذى يبدأ من السكون ، فى انعدام مقاومة الهواء ، يسقط بسرعة ٢٠ ميلا فى الساعة بعد الثانية الأولى من سقوطه ، وبسرعة ٤٠ ميلا فى الساعة بعد ثانيتين ، وبسرعة ٦٠ ميلا فى الساعة بعد ثلاث ثوان وهكذا . وهذه القيمة

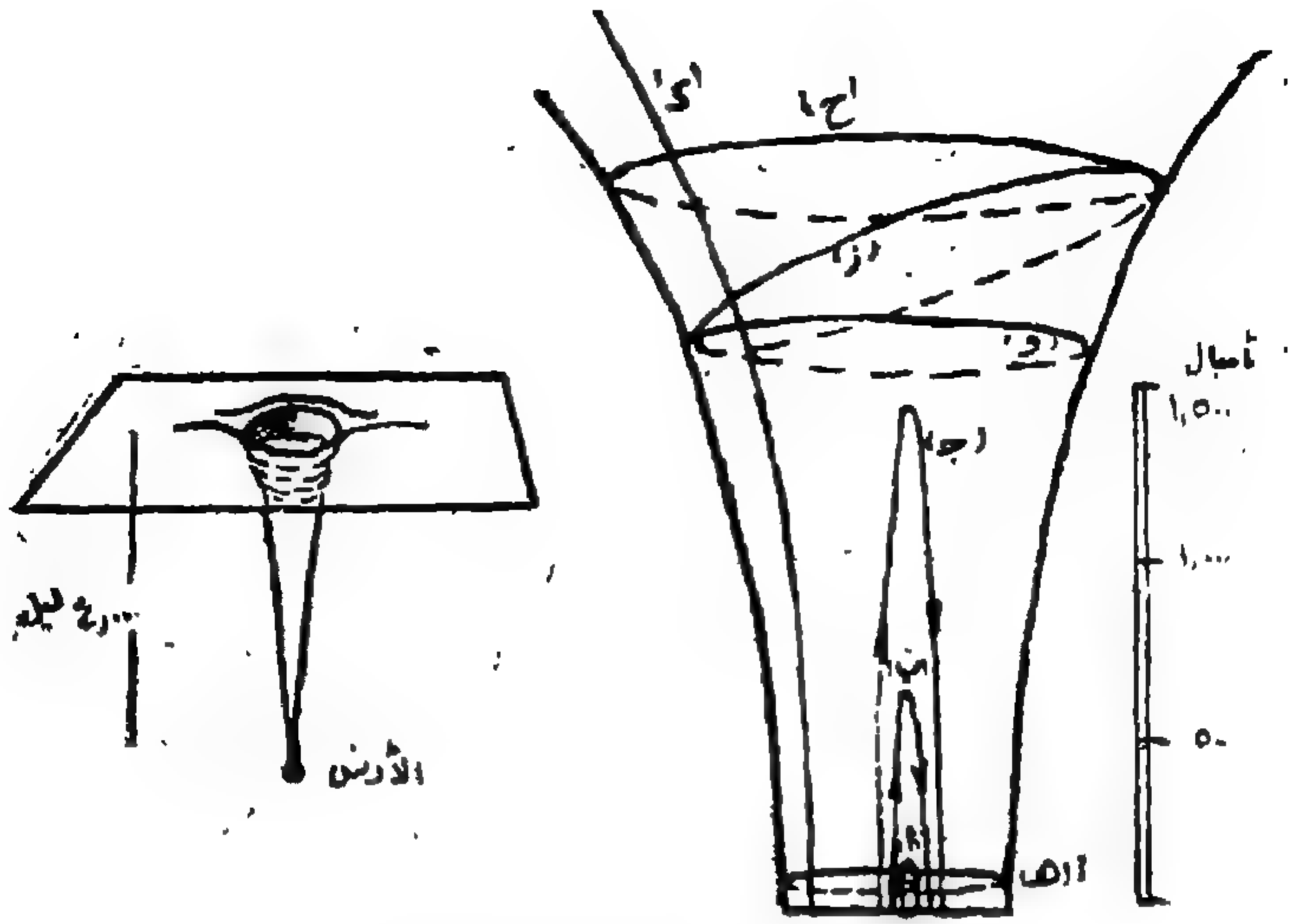
لعجلة الجاذبية (ج) ثابتة تقريبا في جميع أنحاء الأرض • أما الكواكب الأخرى فلها جاذبيات أخرى كما سنرى في حينه ، وأغلبها أضعف من جاذبية الأرض • وعلى بعض الكويكبات البالغة الصغر تكون الجاذبية صغيرة جدا حتى ان الجسم الساقط يستغرق بضع دقائق للسقوط ياردين •

ومفارقة الأرض تعنى الحركة الى أعلى ضد الجاذبية وهذا يحتاج الى « شغل » • ويمكن بسهولة حساب الشغل المبذول للصعود لأى ارتفاع معين • ومن الواضح أن الصاروخ الذى يصمم للوصول الى هذا الارتفاع يجب أن يحمل وقودا يكفى لإتمام الشغل المطلوب • فالطبيعة لا تعطينا أى شيء دون مقابل • والواقع أنها دائما تأخذ أكثر مما تعطى •

وقد وضحنا فى صفحة ٣٤ أن الجاذبية تضعف بالتدريج كلما ابتعدنا عن الأرض الى أن تصبح مهملة تماما على المسافات الكبيرة جدا • وقد أوردنا مثلا لذلك وهو تسلق تل منحدر يكون فى أوله شديد الانحدار ثم يقل انحداره تدريجيا • ومن المفيد أن تتابع هذه الصورة فستطيع أن تتعلم منها الشيء الكثير •

وبحساب كمية الشغل المبذول لرفع جسم من سطح الأرض الى نقطة يمكن عندها اعمال الجاذبية نصل الى نتيجة بسيطة للغاية : فالشغل المبذول يساوى تماما الشغل اللازم للصعود

عموديا مسافة تساوى نصف قطر الأرض أى نحو ٤٠٠٠ ميل
 فى مجال جاذبية ثابتة ومساوية لقيمتها عند سطح البحر .
 فنحن سكان الأرض ، اذ نتطلع الى الكواكب ونفكر كيف
 يمكننا الوصول اليها نشبه أناسا فى قاع حفرة ملساء عمقها
 ٤٠٠٠ ميل وفى نهايتها سهل لانهاى مستو . وعلينا قبل أن
 نفكر فى السفر الى العوالم الأخرى أن نصعد خارج هذه
 الحفرة . ويمثل السطح الأفقى ، الفضاء الخالى من الجاذبية ،
 فاذا ما وصلنا إليه استطعنا السفر الى الأبد دون انفاق طاقة
 اضافية . ولكن هذا البسيط قد تعدى الحد ، فنحن قد أغفلنا
 مجال جاذبية الشمس والكواكب الأخرى وان كنا نستطيع
 أن نهملها فى الوقت الحاضر . وهى على أية حال ليست ذات
 بال اذا كنا نبحث الرحلة من الأرض الى القمر فحسب .
 'وشكل (٩) يمثل قطاعا ' لحفرة الجاذبية ' هذه . وفى الجزء
 الأيمن منه تكبير للمنطقة السفلى منها . فتصور أنها صنعت من
 مادة صلدة ملساء كالزجاج تام النعومة . ولتدبر فيما يحدث
 لو اندفع جسم ما مثل « بلية » الى أعلى السطح المائل بسرعة
 ابتدائية معينة ، ومن الواضح أنه يستمر فى الصعود الى أن
 تصبح السرعة صفرا ثم يبدأ فى النزول الى أن يصل الى نقطة
 البداية بنفس السرعة التى بدأ بها . وقد وضحنا بالرسم
 الارتفاعات التى تصل اليها الأجسام البادئة بسرعة ٥٠٠٠ ميل/
 الساعة (١) ثم ١٠٠٠٠ ميل/الساعة (ب) ثم ١٥٠٠٠ ميل/
 الساعة (ج) .



شكل ٩ تشبيه جاذبية الأرض بالحفرة

ومن الواضح أن هناك سرعة حرجية لا يعود عندها الجسم بل يزحف حتى يصل إلى حافة الحفرة ويسير على السطح الأفقي (د) . وهذه السرعة هي ٢٥٠٠٠ ميل في الساعة . فإذا ما بدأ الجسم حركته بسرعة تزيد عن هذه ، احتفظ بالزيادة بعد افلاته من الحفرة .

ويوضح هذا النموذج بدقة ما يحدث للصاروخ إذا قذف من الأرض عمودياً إلى أعلى ، وفي الوقت ذاته يلقي الضوء على أمر بالغ الأهمية .

فقد شاهد أكثرنا صوراً « لجدار الموت » وهي لعبة مشهورة يقود فيها سائق الموتوسيكل دراجته داخل أسطوانة عمودية

تقريباً وتمكنه القوة الطاردة المركزية من مقاومة الجاذبية •
 وسنرى أن نفس الشيء يمكن أن يحدث في نموذجنا • فإذا
 حرك جسم أفقياً عند أى نقطة من جدار الحفرة أمسكته أن
 يستمر في الدوران إلى ما لا نهاية إذا كانت سرعته كافية •
 وكلما ابتعد الجسم عن القاع وأصبح ميل الحفرة أقل نقصت
 السرعة اللازمة لحفظ موقعه • وهذه بالضبط هي الطريقة
 التي يحافظ بها القمر على مكانه في مداره حول الأرض •
 وبنفس الطريقة تدور الكواكب حول الشمس وهي وإن كانت
 أسيرة جاذبيتها إلا أنها تحتفظ ببعدها عنها •

والسرعة اللازمة للحركة في مدار كهذا قريباً من قاع
 الحفرة (أى عند سطح الأرض) (هـ) هي ١٨٧٠٠٠ ميل
 في الساعة وتسمى هذه السرعة - السرعة الدائرية ، وهناك
 مدارات مماثلة عند و ، ز •

وليست هذه كل الاحتمالات الموجودة ، فانظر مثلاً إلى المدار
 (ح) ، وهو مدار جسم قذف من (ز) أفقياً ، ولم تكن
 سرعته كافية للاحتفاظ بمداره فبدأ يسقط إلى أسفل فزادت
 سرعته بذلك السقوط حتى وصلت لدرجة بدأ معها يصعد لأعلى
 ثانية حتى ليعيد المرور في نفس المدار • ومدار هذا الجسم
 ليس دائرة ولكنه قطع ناقص (بيضاوى) •

ويمكن عرض هذه الحالات جميعها بزمى بلية داخل
 قمع بالشكل المناسب • والواقع أن أحد معارفنا من الفلكيين

اكتشف هذا المثال النافع بمحض الصدفة ذات يوم عندما رمى
بكرة تنس داخل اناء صيني كبير .

ويمكننا تلخيص هذه النتائج فيما يلي : فالجسم المقذوف من
الأرض يفلت نهائيا اذا زادت سرعته عن ٢٥٠٠٠ ميل في
الساعة . فاذا نقصت عن ذلك فاما أن يرجع ثانية ، واما أن
يدور حول الأرض في مدار دائري أو بيضاوي . والسرعة
اللازمة لأقرب مدار دائري من الأرض هي ١٨٠٠٠ ميل/
الساعة . فاذا حصل صاروخ على هذه السرعة أفقيا خارج جو
الأرض بحيث يتعد عن متناول مقاومة الهواء ، فانه يدور حول
الأرض الى الأبد كقمر ثان . وسنعود الى هذه النقطة البالغة
الأهمية عندما نبحث محطات الفضاء وامكان التزود بالوقود في
المدار .

وهنا قد يقول أحدهم : ه انى أرى أن الصاروخ يمكنه حقا
أن يفلت من الأرض متى وصلت سرعته الى السرعة الحرجة
٢٥٠٠٠ ميل/الساعة دون بذل المزيد من الطاقة ، ولكن
أليس من الممكن أن يقوم بهذه العملية بأن يسير بسرعة أقل
نسبيا على أن تعمل محركاته طول الوقت ، ؟

والاجابة هي نعم نظريا . ولكن نظرة الى الشكل (٩) ، نرى
معنى هذا . فالصعود على الجدار الأملس باستعمال المحركات
يعنى مقاومة الجاذبية طيلة مسافة ٤٠٠٠ ميل . ومجرد الوقوف
عند نقطة معينة يعنى استعمال الصاروخ باستمرار لتوازن قوة

دفعها مع الجاذبية • وبهذه الطريقة يمكن أن يستهلك الصاروخ وفوقه دون الارتفاع عن سطح الأرض أكثر من بضع أقدام • • ولذا لا نستطيع استخدام هذه الطريقة الا اذا توصلنا الى مصدر للطاقة أقوى بكثير مما نملك الآن • فالطريقة العملية الوحيدة للافلات من الأرض هي الوصول لسرعة الافلات بسرعة ثم ابطال المحركات • ويمكن تشبيه ذلك براكب الدراجة الذي يستجمع أكبر سرعة ممكنة في السهل ليستطيع تسلق المرتفع • ولكي نرقى التل التخيلي الذي يبلغ ارتفاعه ٤٠٠٠ ميل نحتاج لسرعة ابتدائية قدرها ٢٥٠٠٠ ميل في الساعة ، فاذا ماوصلنا الى هذه السرعة نستطيع أن نستريح فلن تقدر الأرض على منعنا من المضي في سبيلنا •

٢٥٠٠٠ ميل في الساعة ! هذه بالطبع سرعة أكبر بكثير من أى سرعة وصل اليها الانسان أو أى آلة من صنعه • ولو أنها لم تعد تبدو خيالية كما بدت منذ عشر سنوات • ففي سنة ١٩٤٠ لم تزيد سرعة أى صاروخ عن ١٠٠٠ ميل في الساعة ولكن سرعة الصاروخ تضاعفت خمس مرات في سنة ١٩٥٠ وأصبح حجمه عظيما • فهل يستمر هذا التقدم ، وهل سنصل الى مضاعفة السرعة المرات الخمس اللازمة في سنة ١٩٦٠ (١) ؟ وللإجابة على هذا السؤال يجب أن نرجع الى بحثنا السابق في مبادئ عمل الصاروخ ، وقد أوضحنا فيه أن بناء صاروخ تزيد

(١) نجح فعلا ••

سرعته عن سرعة الغادم غير ممكن عمليا بسبب كمية الوقود اللازمة وقد حدد هذا السرعة القصوى بمقدار ١٠٠٠٠ ر. ميل / الساعة اذا استخدمنا أنواع الوقود المعروفة حاليا . وهذه السرعة أقل من نصف السرعة اللازمة للأفلات من الأرض .
والواقع اننا ما زلنا في بداية تطور الصاروخ ، ولا بد أن أنواعا من الوقود أقوى من هذه بكثير ستستخدم في صواريخ المستقبل . بل نحن نعرف الآن كثيرا من أنواع الوقود القوي وإن كنا لم نجسّن بناء المحركات التي تستطيع كبح جماحها .
بعد . فمن الواضح اذا أن سرعات الغادم وبالتالي سرعة الصاروخ ستستمر في الزيادة .

بيد أن هناك حدا لهذه الزيادة لا تستطيع أنواع الوقود الكيميائي أن تتعداه حتى اذا بلغت أقصى ما يمكن من التحسين .
ويقدر هذا الحد بضعف القيمة الحالية ، وهناك من الخبراء من يزعم أنه أقل بكثير . فحتى لو أخذنا برأى المتفائلين منهم ، فهذا يعني أن أقصى سرعة نتظرها من صاروخ ذي مرحلة واحدة يعمل بالوقود الكيميائي لن تزيد عن ٢٠٠٠٠ ر. ميل / الساعة ، الأمر الذي يحتاج الوصول اليه إلى أعوام طويلة من البحث . فلو أخذنا في اعتبارنا مقاومة الهواء وغيرها من الحسائر وجدنا أن صاروخا كهذا قد يتمكن من الدخول في مدار دائري حول الأرض ، وليكنه لن يصل إلى سرعة الأفلات .

وفي هذه المرحلة يحق للقارىء المغيظ أن يدهش لكل هذه الضجة ، ما دنا قد أثبتنا أن السفر الى الكواكب مستحيل • وقبل أن نتقدم كثيرا يحسن أن نذكر القارىء بكل الأمور التى كانت فى الماضى « مستحيلة » • فمنذ ١٥٠ عاما أثبت علماء الرياضة المشهورون أن البواخر لن تستطيع عبور المحيط الأطلسى لكبر استهلاكها من الفحم • وبعد ذلك بقرن سبق ميلاد الطيران بجوقة مماثلة من المثبتين - وأشهرهم الفلكى الأمريكى الكبير سيمون نيوكوم (S.Newcomb) (الذى كتب فى سنة ١٩٠٣ بحثا لو قرأه الأخوان رايت (Wright) لاقتنا حتما بأنهما أضاعا وقتها عبثا • وحتى بعد ذلك بخمس سنوات استمر الأستاذ الطيب ينادى بأن الطائرة لا يمكن أن تحمل مسافرا علاوة على الطيار) •

ومن هذه الامثلة نتعلم أنه من غير المأمون فى مجال التقدم العلمى والفنى الخروج بتنبؤات سلبية ، فحتى لو استطعنا استعراض جميع الحقائق المعروفة وهو أمر من الصعوبة بمكان، وأظهرت تلك الحقائق أن اتجاهها ما فى العمل لن يكون مجديا، فالعادة أن حلولا أخرى تظهر فى الوقت المناسب •

وفى الحالة التى نحن بصددنا يعتبر الصاروخ المتعدد المراحل أحدهذه الحلول الأخرى • فمن الواضح أنه اذا أمكن بناء صاروخ يحمل وزنا نافعا معينا ، ثم جعلنا هذا الوزن النافع صاروخا آخر يحمل نفس نسبة الوقود ، فإن الصاروخ الأصغر عندما

ياتى على وقوده يكون قد وصل الى ضعف السرعة التى يصل اليها أيهما منفردا . وفوق ذلك يمكن تكرار هذه العملية ، فلا شىء يلزمنا بالتوقف عند هذا الحد ، فاذا بينا صاروخا ذا مراحل كافية استطعنا الوصول الى أى سرعة نهائية نريد .

ولا شك فى أن ذلك سيكلفنا غالبا . فالوزن النافع لصاروخ على الأداء لن يكون أكبر من جزء من عشرين من الوزن الكلى ، مما يعنى أن كل مرحلة ستزن عشرين مرة المرحلة التالية . فلكى نصل الى وزن نافع بمقداره طن واحد يكون الوزن الكلى الابتدائى لمرحلة واحدة عشرين طنا ، ولمرحلتين ٤٠٠ طن ، ولثلاث مراحل ٨٠٠٠ طن وهكذا .

وقد يتساءل البعض لماذا يكون أداء صاروخ دى ثلاث مراحل ويزن ٨٠٠٠ طن خيرا من أداء صاروخ دى مرحلة واحدة بنفس الوزن ، والجواب أنه فى هذا المثال المبسط جدا يحمل الصاروخ ذو المرحلة الواحدة وزنا نافعا قدره ٥٠٠ طن ويمكنه اعطاء سرعة معينة لن تزيد كثيرا حتى اذا أنقصنا الوزن النافع الى طن واحد وحولنا الـ ٣٩٩ طنا الباقية الى وقود . بينما يستطيع الصاروخ ذو المراحل الثلاث مضاعفة سرعة طن من المواد النافعة ثلاث مرات . وقد أصبحت هذه قصة معادة . فللسرعة ثمنها الغالى ، وهى فى غزو الفضاء أهم مقوماته .

ونستطيع أن نجد فى أوائل تاريخ استكشاف القطب مشلا بارزا لمبدأ المراحل فى العمل . فلذا أمكن لرجل واحد أن

يحمل مهمات تكفيه لرحلة طولها مائة ميل ، فيمكن زيادة هذا المدى لو بدأنا بجماعة كبيرة من الرجال يعود معظمهم بعد الوصول إلى مسافة معينة ، بعد تسليم الفائض من أمتعتهم لجماعة أصغر عدداً ، ويمكن تكرار هذه العملية إذا لزم الأمر في مرحلة ثانية . وهذه الطريقة وإن كانت ثمارها ضئيلة تافهة بالنسبة لما يبذل فيها من جهد ومال إلا أنها طريقة على أي حال . وقد كانت في ذلك الوقت هي الطريقة الوحيدة للتغلب على الحدود التي وضعتها قوة البشر واحتمالهم . وبالمثل يمكن اعتبار مبدأ المراحل طريقة للتغلب على نقائص الصاروخ .

وقد بحث الألمان أثناء الحرب مشروعاً لصاروخ ذي مرحلتين وإن كان لم يدخل دور التنفيذ ويعرف هذا المشروع بالرمز (٩ - ١) ، (١٠ - ١) والمرحلة العليا (٩ - ١) كانت نموذجاً مجنحاً من ف ٢ ويحتمل أن يحمل طياراً ، وكان المفروض أن يرفع (٩ - ١) إلى ارتفاع ١٦ ميلاً ويمنح سرعة ابتدائية قدرها ٢٥٠٠ ميل بوساطة المقوى (١٠ - ١) . ويزن ٦٨ طناً ويعود إلى الأرض بمظلة واقية بعد أداء مهمته . أما الصاروخ (٩ - ١) فيستمر في الطيران إلى أن يصل إلى سرعة ٦٠٠٠ ميل/الساعة وعند عودته إلى الغلاف الجوي يدخل في أنزلاق عالي السرعة فيقطع ٣٠٠٠ ميل في ٤٥ دقيقة .

كما أنشأ الألمان فعلاً صاروخاً هاما من أربع مراحل أثناء الحرب العالمية الثانية ، واستخدموه في العمليات الحربية على

نطاق ضيق • وهو الصاروخ المعروف باسم راينبوت (Rheinbote) وكان يستخدم الوقود الصلب ، وقدر مداه بمائة ميل • وحديثا أطلقت في الولايات المتحدة صواريخ من مرحلتين ، المرحلة الأولى منها هي ف ٢ والثانية صاروخ أمريكي صغير يعرف باسم واك كوربورال (W.A.C. Corporal) وقد نشرت في السنوات القليلة الماضية أبحاث وحسابات توضح كيف يمكن باستخدام أنواع الوقود والمواد الحالية بناء صواريخ قادرة على الإفلات من الأرض حاملة وزنا صغيرا من الأجهزة الأوتوماتيكية كما استخدمت تصميمات بارعة لاستخلاص آخر قطرة من مزايا مبدأ تعدد المراحل وفقا للقاعدة الأساسية في اقتصاديات سفن الفضاء ألا وهي : « يجب ألا يحمل أى وزن لا فائدة منه لحظة واحدة أكثر من اللازم » •

فمن الواضح مثلا انه من الاسراف في الطاقة استمرار حمل خزانات الوقود الكبيرة وهي فارغة تقريبا • فلو أنشأنا هذه الخزانات من وحدات صغيرة يسقط كل منها بعد فراغ محتوياته لحققا كسبا كبيرا في الكفاية ولو على حساب التعقيد في البناء • وقد أطلق على هذه الطريقة في التصميم « البناء بالخزانات المستهلكة » • وقد وضعت عدة مشاريع مبنية على هذا المبدأ • وقد أثبت جاتلاندر وكونش وديكسون من أعضاء الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب مثلا أنه يمكن إطلاق وزن نافع قدره ١٢٠ أرطال في مدار حول الأرض باستعمال محركات

ف ٢ فى صاروخ ذى ثلاث مراحل وزنها الكلى ١٥٠ طنا •
والمرحلة الاولى منها تحركها مجموعة من سبعة محركات من
طراز ف ٢ (وتستخدم بالاضافة الى ذلك عددا كبيرا من
المقويات ذات الوقود الجاف عند الاقلاع) • ويحمل وقود هذه
المرحلة فى خزانين كبيرين فى المقدمة (ويقذف هذان أولا)
وفى مجموعة من الخزانات الحلقية تكون جسم الصاروخ
ونستقر داخلها المرحلتان الثانية والثالثة •

ولا شك أن استخدام صاروخ يزن ١٥٠ طنا ليطلق ١١٠
وطنا من الأجهزة فى مدار قريب من الأرض يبدو مجهودا
ضخما مقابل كسب ضئيل • ولكننا يجب أن نلفت نظر القارىء
الى أن هذا التصميم لم يستخدم سوى أنواع الوقود والمحركات
الموجودة حاليا • ومع التحسينات المنتظرة فى أداء الصواريخ
مستقبلا يمكن لقذائف أصغر كثيرا أن تؤدى نفس العمل •
فلو استخدمنا الايدروجين بدلا من الكحول مثلا كوقود لأمكن
لصاروخ يزن ٣٠ طنا تقريبا أن يحصل على سرعة مدارية مع
وزن نافع قدره ١١٠ أرطال - ويستطيع صاروخ يزن ٥٠ طنا
أن يفلت من الأرض نهائيا •

فالصاروخ المتعدد المراحل اذا يمكننا من ترك الأرض فى
شخصه على الأقل • ويغلب أن تتم المرحلة الأولى فى استكشاف
الكواكب بهذه الطريقة • لأن بناء الصواريخ الموجهة وان كان
يتضمن مشاكل هندسية معقدة الا أنه أقل نفقة من بناء سفن

للفضاء تحمل ملاحين آدميين • ولا يرجع ذلك لكون الأوزان
النافعة أكبر كثيرا فقط ، ولكن هناك أسبابا أبعد أثرا من ذلك •
فالصاروخ الموجه يقذف في الفضاء ويرسل معلوماته باللاسلكي
الى أن تنتهى طاقته الكهربائية أو يتعد خارج مدى اللاسلكي ،
وعندئذ يمكن « شطبه » واعتباره في حكم المفقود ، ولكن
سفينة الفضاء عليها أن تحمل وقودا لرحلة العودة وما قد
يتخلل ذلك من هبوط واقلاع • فإذا أدخلنا ذلك في اعتبارنا
لوجدنا الوزن الابتدائي لسفينة الفضاء التي تستخدم الوقود
الكيميائي وتنطلق من الأرض يقدر لا بالمئات فقط بل بمئات
الآلاف من الأطنان • ويصبح هذا المشروع خياليا ان لم يكن
مستحيلا تماما • وسنرى فيما بعد كيف يمكن التغلب على هذه
الصعوبة ولنبحث الآن احتمالات الصواريخ الأوتوماتيكية التي
يمكن أن نسميها « قذائف الاستطلاع »

وقد صنعت فعلا كميات كبيرة من الأجهزة العلمية
لاستخدامها في الصاروخ ف ٢ وغيره من صواريخ الارتفاعات
العالية • وقد تضمنت بعض التجارب الأولى آلات تصوير
سينمائية وضعت في أغلفة مناسبة حول قاعدة الصاروخ ، وأمكن
بذلك الحصول على أشرطة مدهشة تظهر فيها الأرض وهي
تسقط بينما يرتفع الصاروخ الى الفضاء • ولا شك أنه قبل
مضى زمن بعيد ستحمل الصواريخ أجهزة تليفزيون حتى
تتلافى مشكلة استعادة الأشرطة •

وهذه السجلات المصورة مع ما فيها من الفسارابة والاثارة
وبعض الأهمية لعلم الارصاد الجوية ، أقل أهمية بكثير من
المعلومات الأخرى التى ترسلها الأجهزة المحمولة ضمن الوزن
النافع للصاروخ . أما الآن وقد أصبح ممكنا ارسال أجهزة
لأول مرة لتلك المناطق التى لم يسبق ارتيادها فقد بدأ فن
جديد كامل فى النمو وهو فن تصميم الأجهزة الصغيرة جدا
وارسال القياسات بالراديو . والمشكلة هى تصميم أجهزة
صغيرة خفيفة ترسل قراءاتها على موجة لاسلكية حاملة ، أثناء
طيران الصاروخ بحيث يمكن الاحتفاظ بسجل متصل لها فى
المحطات الأرضية . وهذا يعنى الاستغناء عن استعادة الأجهزة
وهو أمر لا يحتمل حدوثه فى حالتنا هذه . فمهما حدث
للساروخ فستكون المعلومات قد تجمعت بأمان على الأرض
بوساطة آلات التصوير والمسجلات .

وتستطيع بعض أجهزة الراديو التى استعملت فعلا فى
الصاروخ فى ٢ ارسال قراءات خمسين جهازا منفصلا ، وتحمل
هذه الاذاعات موجات ذات ذبذبة عالية جدا حتى لا يستطيع
الأيونوسفير أن يحجزها . ولما كانت الارتفاعات التى وصلت
اليها هذه الصواريخ محدودة فقد كان المدى المطلوب فى هذه
الأجهزة نحو ٢٠٠ ميل فقط . أما المسافات بين الكواكب فيمكننا
الارسال عبرها باستعمال طرق خاصة (ويجب أن نذكر أننا
حصلنا فعلا على أصداء لاسلكية من القمر وهو عمل أصعب

مئات المرات من ارسال اشارة فى اتجاه واحد لنفس المسافة)
ومن المؤكد أننا سنستطيع فى العقد التالى أن نبني صاروخا
يدور حول الأرض حاملا آلة تصوير تليفزيونية صغيرة ،
وأجهزة ترسل الى الأرض اشارات بقياساتها لكثافة الأشعة
فوق البنفسجية والكرونية خارج نطاق الجو وغيرها من المعلومات
ذات الأهمية العلمية والفنية . وستؤدى هذه المعلومات الجديدة
الى تقدم عظيم فى علم الأرصاد الجوية والمواصلات اللاسلكية
فضلا عن غيرها من العلوم .

ومن الواضح أن هذه الصواريخ المدارية ستكون ذات
أهمية عسكرية كبرى ، وهى حقيقة تؤكد للأسف سرعة
انتاجها . ولا يسع المرء الا أن يتساءل عن موقف الساسة
ورجال القانون الدولى عندما تبدأ الصواريخ فى الدوران حول
الأرض غير آبهة بالحدود الجغرافية تحتها . ولا شك أن هناك
حدا للمدى الذى تستطيع أى أمة أن تدعى فيه ملكية الفضاء
فى الاتجاه الرأسمى . ومتى تم الاتفاق على هذا الحد فلن يكون
لأى أمة الحق فى الشكوى لو قامت احدى جيرانها بعمل
استطلاع صاروخي ما دامت على الارتفاع القانونى .

وسنعود فى الفصل الخامس عشر الى ذكر الأعمال التى
ستتحقق بفضل الصواريخ المدارية أما الآن فسنطرق موضوعا
أكثر إثارة ألا وهو ارسال قذيفة أوتوماتيكية الى القمر . فلو
حصل صاروخ أحسن توجيهه على سرعة الافلات ، وصل الى

القمر فى أقل من خمسة أيام بعد تركه للأرض فإذا استرجعنا الصورة التى رسمناها لمجال جاذبية الأرض (شكل ٩) نجد أنه متى وصلت سرعة الصاروخ الى ٢٥٠٠٠ ميل فى الساعة - وهذا لا يستغرق أكثر من بضع دقائق من الطيران بقوة المحركات - استمر فى السير لأعلى دون استعمال المحركات فاقدا لسرعته باستمرار حتى يصبح بعد ابتعاده عن الأرض بمسافة كبيرة يتحرك بسرعة لا تزيد عن بضعة مئات من الأميال فى الساعة ، ولكن للقمر مجال جاذبيته الخاص ، وهو صورة مصغرة من مجال الأرض ، فلو رجعنا الى تشبيها الممحال بالحفرة ، نرى أن على مسافة ما من حفرتنا التى عمقها ٤٠٠٠ ميل تقع حفرة أخرى ولكن عمقها فى هذه المرة ليس سوى ١٧٠ ميلا فقط . فإذا سقط الصاروخ فى هذه الحفرة أثناء اقترابه من القمر (أو بتعبير مألوف - اذا وقع فى مجال جاذبية القمر) بدأت سرعته فى الزيادة حتى اتصل عند لحظة الاصطدام الى ٥٠٠٠ ميل/الساعة أو أكثر .

ومع ذلك ، فلو وجه الصاروخ الى جانب القمر قليلا بدلا من توجيهه الى القمر مباشرة ، واستخدمت المحركات فى الوقت المناسب لأمكن أن تدخل القذيفة فى مدار حول القمر وتستمر فيه الى ما لانهاية وعدئذ يمكن أن ترسل بالتليفزيون صورة قريبة لوجه القمر المنظور وأخرى للمقاع المخفية على وجهه الآخر (نعد فى هذه الحالة أول صورة لها) « ١ »

(١) تم ذلك فعلا ..

ولن يكون القمر هدفنا الأوحـد ، وسنـين فـى الفـصل التـالى كـيف أنه متى أمكن الافلات من الأرض فان الرحلة الى الكواكب ، وان كانت أبعادها تقدر بمئات الملايين من الأميال ، لن تحتاج الا الى زيادة قليلة فى الطاقة ومثال ذلك أنه بينما نلزمنا سرعة ابتدائية قدرها ٢٥٠٠٠ ميل/الساعة للوصول الى القمر الذى يبعد عنا بمسافة ٤٢٠٠٠٠ ميل يصل الصاروخ الذى صح توجيهه الى الزهرة (أقرب مسافة ٢٦٠٠٠٠٠٠٠ ميل) لو بدأ بسرعة ٢٦٠٠٠ ميل/الساعة . وبنفس هذه السرعة تقريبا يمكن الوصول الى المريخ (أقرب مسافة ٣٥٠٠٠٠٠٠٠ ميل) . وفى هذه الحالة أيضا يمكن اذا كانت أجهزة التحكم الأوتوماتيكي على درجة كافية من الدقة أن يتخذ الصاروخ لنفسه مدارا حول الكوكب ويرسل المعلومات بالراديو من هناك الى الأرض .

وفى اللوحة رقم (٩) صورة لمثل هذه القذيفة فهذا الصاروخ الصغير (وهو آخر مرحلة من صاروخ أكبر كثيرا) قد ترك الأرض منذ ٢٥٠ يوما سار فيها سيرا حرا كالشهاب على الطريق المؤدى الى المريخ بأقل قدر من الوقود . وقد استنفد الآن آخر احتياطيه ، واتخذ لنفسه مدارا حول المريخ الى الأبد وقد أخذ الآن فى استكشاف سطح الكوكب تحت اشراف مخ اليكترونى صغير وان كان فى غاية التعقيد . وتقوم آلة التصوير بتصوير الأرض تحت الصاروخ ، وترسل الصور الناتجة

بعيدا الى الأرض في شعاع لاسلكى ربيع • ولا يحتمل أن يكون التليفزيون الحقيقى ممكنا بجهاز صغير كهذا على هذا المدى البعيد وأقصى ما يمكن انتظاره هو ارسال صورة عادية على فترات متقطعة وستكون هذه على أية حال كافية للأغراض المطلوبة منها • وبالإضافة الى ذلك يمكن تسجيل قياسات طيفية ومغناطيسية وغيرها وارسالها الى الأرض • ويدور هذا الصاروخ على بعد ١٠٠٠ ميل من سطح المريخ متما دورته فى خمس ساعات ، بحيث تتغير فى هذه المدة صورة الكوكب فيبدأ من المحاق الى أن يصل الى التمام ثم يعود مرة ثانية الى المحاق •

ولا ريب أن هذا الصاروخ سيبدو غريبا لمن يتخيل الصواريخ قذائف مسحوبة ، انسيابية مدببة الأنف • ولكن هذه المظاهر ليست كمالية فحسب بل انها تعد اسرافا فى الصواريخ التى تسير فى الفضاء الخالى من الهواء • أما صاروخ الاستطلاع هذا فسيكون عند الصعود فى جو الأرض محمولا داخل صاروخ أكبر كثيرا وتكون أذرعته فى هذه المرحلة مطوية فى الغالب ثم تنفرد عندما يدخل فى الفضاء •

ويشمل بناء هذا الصاروخ مسائل غاية فى الصعوبة فى الالكترونيات والمواصلات ولكن حل هذه المسائل وبناء الصاروخ ليس مستحيلا • ولذلك يغلب على الظن أننا سنرسل مثل هؤلاء الرواد ليمهدوا الطريق وليوافونا بمجريات الأمور قبل أن نبدأ رحلاتنا حول المجموعة الشمسية •

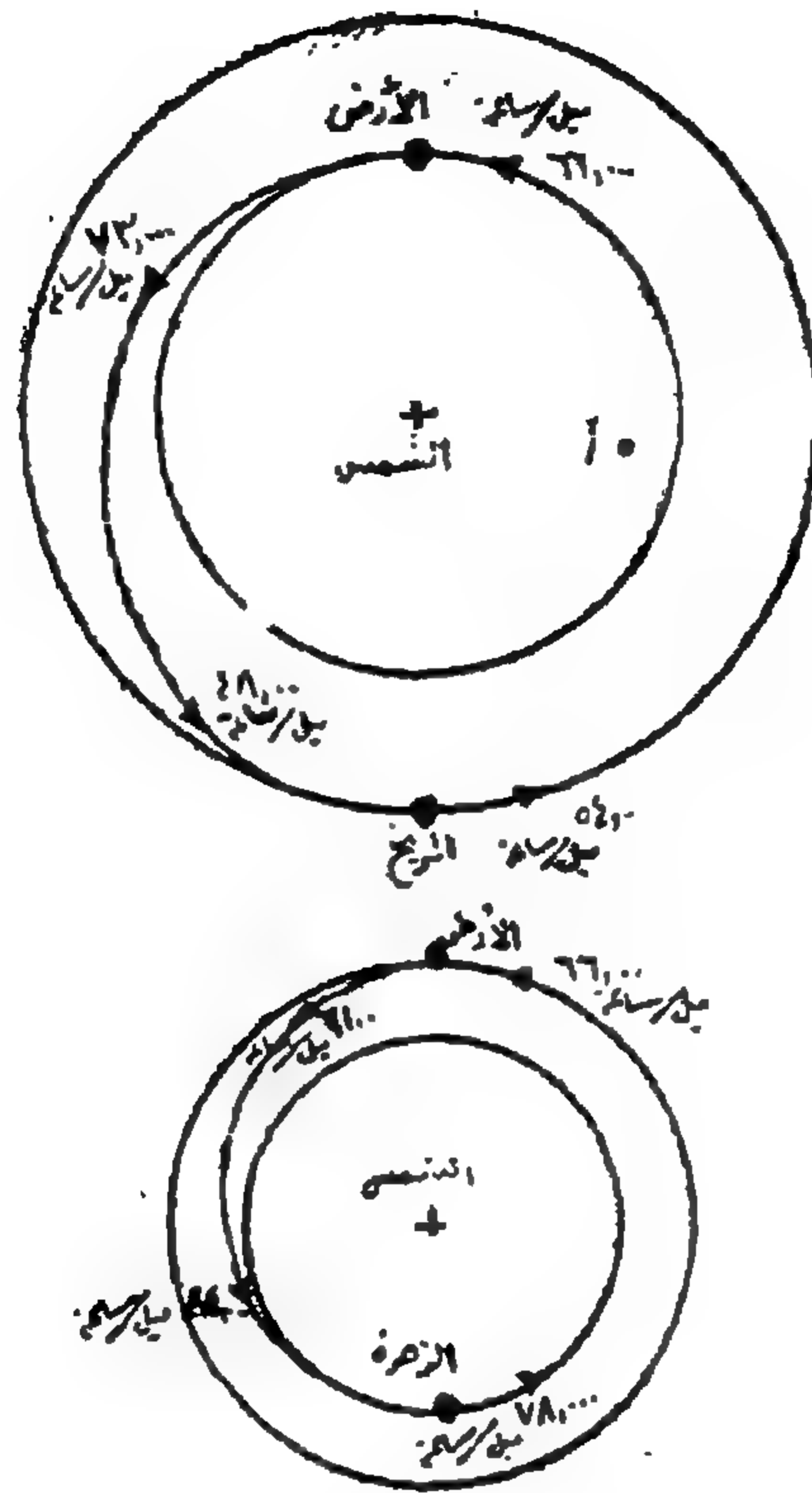
الفصل الخامس

الطريق الى الكواكب

طرقنا في الفصل السابق موضوع المدارات بين الكواكب بمقارنتها بمجرد السفر حول القمر • وقد قررنا لدهشة القارئ ، أنه في ظروف مواتية يمكن الوصول الى الكواكب بمجهود لا يزيد كثيرا عن المجهود اللازم للوصول الى القمر • ويجب أن ندرس هذه النقطة بدقة قبل أن نتقدم لبحث سفن الفضاء الحقيقية التي تحمل المسافرين •

وقد استطعنا عند التفكير في الرحلة من الأرض الى القمر أن نغفل كل شيء في الفضاء عداهما ، لأنهما قريبان جدا من وجهة النظر الفلكية • أما حين نفكر في الرحلة من الأرض الى أحد الكواكب فهذا الوضع يتغير لأننا يجب أن نعمل حسابا لوجود الشمس •

والسبب فى ذلك غاية فى البساطة ، فان مجال جاذبية الشمس القوى هو الذى يبقى الكواكب قريبها وبعيدها فى مداراتها التى وصفناها فى الفصل الثانى • ويمكن أن تصور أن تأثير الشمس يحدث « حفرة للجاذبية » مثل حفرة الأرض ولكنها أعمق كثيرا - فعلى نفس المقياس الذى استعملناه من قبل لا يكون عمقها ٤٠٠٠ ميل بل ١٢٠٠٠٠٠٠٠ ميل ! وتدور الكواكب فى أبعادها المختلفة كمجموعة من راكبي الموتوسيكلات واحدا فوق الآخر على نموذج عملاق من « جدار الموت » • وللانتقال من كوكب خارجى الى كوكب داخلى ، علينا أولا تقليل السرعة للسقوط نحو الشمس وعند الاقتراب من مدار الكوكب الثانى يجب أن نقلل السرعة مرة أخرى لتصبح مساوية لسرعة الكوكب الثانى • وبنفس الطريقة يعنى الانتقال الى كوكب خارجى زيادة السرعة أولا للتسلق للخارج ، ثم زيادة السرعة قليلا عند المرور بالكوكب الثانى لتصبح مساوية لسرعته للبقاء بجانبه وقد بينا فى (شكل ١٠) هذه المناورات والسرعات اللازمة لها بالنسبة للزهرة والمريخ • والتغيرات فى السرعة تحدد كمية الطاقة اللازمة للصعود والهبوط على منحدر مجال جاذبية الشمس •



شكل ١. أسهل الطرق إلى
المريخ والزهرة.

ومن حسن حظ علم السفر في الفضاء أن منحدر جاذبية الشمس على الأبعاد التي توجد عندها الكواكب بسيط نسبيا فلا يستلزم سوى القليل من الطاقة للحركة عليه . والواقع أنه في معظم الحالات يحتاج الافلات من مجال جاذبية الكوكب نفسه - أي في الألف ميل الأولى من الرحلة تقريبا - الى طاقة

أكثر من الرحلة من مدار الى مدار وهي مسافة قد تصل الى عشرة آلاف مرة قدر المسافة الأولى .

وهنا نؤكد مرة أخرى أن السفر من كوكب لآخر لا يستلزم استخدام القوة الصاروخية الا لدقائق قليلة في بداية ونهاية الرحلة ، فاذا ما حصل الصاروخ على سرعة ابتدائية صحيحة تبعت ذلك تلقائيا فترة أطول كثيرا من الطيران الحر .

وفي هذه الناحية يوجد تشابه كبير بين سفينة الفضاء وقذائف المدفعية . فمتى أطلقت القذيفة في الاتجاه الصحيح ، لا تحتاج لبذل شغل آخر عليها مهما كانت المسافة التي يجب أن تقطعها كبيرة وهكذا الحال في سفينة الفضاء مع الفارق الهام وهو أن القذيفة تكتسب سرعتها في بضعة أقدام بتسارع هائل بينما يمكن لسفينة الفضاء أن تبني سرعتها في آلاف الأميال بتسارع يمكن للركاب الآدميين أن يتحملوه . ومع ذلك فيمكن إهمال هذه المسافة بالنسبة لطول الرحلة الكلي كما هو الحال في نسبة ماسورة المدفع الى مسار القذيفة . ولذلك سنهمل فترة التسارع الأولى عند بحث السفر بين الكواكب ونتصور أن السفينة قد بدأت رحلتها بالسرعة المطلوبة .

والمدارات المبنية بشكل ١٠ ليست بحال من الأحوال هي الطرق الوحيدة المؤدية من الأرض الى المريخ والزهرة ، ولكنها أكثر هذه الطرق اقتصادا . وهناك طرق أقصر وأسرع منها ، بيد أنها تحتاج لانفاق طاقة أكبر كثيرا . وقد يمكن

السفر من كوكب لآخر فى خط مستقيم باستعمال قوة غير محدودة ، ولكن هذا سيقطع حلما بعيد التحقق لمدة طويلة بعد أن يصبح علم السفر الى الفضاء علما راسخ الأركان . ومن السهل أن ندرك السبب فى أن الطرق المينة فى شكل ١٠ هى أسهل الطرق بين الكواكب . فالصاروخ يقلع ويهبط - اذا صح استخدام هذين التعبيرين فى هذه الحالة - فى نفس الاتجاه الذى تتحرك فيه الكواكب فعلا . أما الطرق الأقصر فتقابل مدارات الكواكب بزاوية ، وبذلك فهى تحتاج الى تغيرات أكبر فى السرعة ليتم تطابق السرعات .

وهناك نقطة أساسية بخصوص هذه المدارات ، وهى أننا لا نستطيع الالتلاع الى المريخ أو الزهرة فى أى وقت نشاء ، فيجب أن تحسب لحظة البداية بحيث أنه عندما تصل السفينة الى مدار الكوكب نجد الكوكب هناك أيضا ، وفى حالة الرحلة الى الزهرة وهى تستغرق ١٤٥ يوما تقطع الزهرة ٤/٣ دورتها حول الشمس تقريبا بينما تكون السفينة متجهة لمقابلتها . فاذا لم يكن الميعاد مضبوطا ، أو اذا نفذ وقود السفينة ولم تتمكن من مطابقة السرعات ، فانها تسبق الزهرة وتنحرف عائدة الى مدار الأرض متممة القطع الناقص ، وعائدة الى نقطة البداية بعد ٢٩٠ يوما من الانطلاق . ولكن الأرض ، لسوء حظ الركاب - ان كانوا لا يزالون على قيد الحياة - تكون على مسافة بعيدة جدا من هذا المكان ولن يوجد من ينقذهم .

والواقع أن سفينة الفضاء ستصطر للقيام بخمس دورات كاملة حول الشمس تستغرق أربع سنوات قبل أن تقترب من الأرض ثانية !

وفد يكون ضبط المواعيد في حياتنا العادية - أو لا يكون - أمرا خطيرا ، بيد أنه في السفر بين الكواكب يكون حتما أمرا مميتا .

ويمكننا الآن أن نلخص ما تتطلبه أى رحلة بين الكواكب فيما يلي :

١ - على السفينة أن نستجمع سرعة كافية للافلات من الأرض ويجب أن تبقى لديها بعد ذلك سرعة كافية لادخالها في « مدار الرحلة » المطلوب . وهذا يعنى أن تبدأ بسرعة أكبر من السرعة اللازمة للافلات - وإن كانت الزيادة في معظم الأحوال زيادة ضئيلة .

٢ - عندما تصل السفينة الى الكوكب المقصود عليها أن تستخدم القوة الصاروخية لتطابق سرعة الكوكب ولتنزل بأمان في مجال جاذبية الكوكب .

ويظهر من ذلك أننا نحتاج في هذه الحالة الى عمل أكبر بكثير من ذلك الذى يتطلبه ارسال قذيفة موجهة لاستكشاف كوكب آخر . ففي هذه الحالة لدينا التعقيد الاضافى الذى يتطلبه الهبوط ، ونحن لم نبحث بعد رحلة العودة !
والواقع أن هذا العامل الأخير هو الذى يجعل مشكلة السفر

بين الكواكب غاية في الصعوبة • فمع أن هناك من يقبلون القيام برحلات كهذه في اتجاه واحد ، حبا في المخاطرة ، أو في سبيل العلم (خاصة اذا كانت هناك فرصة للحياة بعد الهبوط) غير أنه ليس من المعقول أن نضع خطة جادة على هذا الأساس • فيجب على سفن الفضاء أن تحمل وقودا يكفي للرحلة الكاملة ذهابا وإيابا ، وهي تتضمن نفس المشاكل ونفس التغيرات في السرعة التي تتضمنها رحلة الذهاب •

ويمكن هنا أن نقرر فورا أنه ليس من المحتمل استكمال مستلزمات أبسط الكواكب ذهابا وإيابا باستعمال الصاروخ المتعدد المراحل ذي الوقود الكيميائي فحسب • فالوزن الابتدائي سيكون هائلا قد يصل الى ملايين الأطنان • فهل يعنى ذلك اننا اذا كنا نستطيع ارسال أجهزة تليفزيون الى الكواكب فلن نستطيع الذهاب اليها بأنفسنا ؟ أم هل يجب علينا أن نتنظر استنباط وقود جديد عظيم القوة ، الأمر الذي قلنا في فصل ٣ انه بعيد الاحتمال ؟

هناك حل لهذه المشكلة • والواقع أن هناك حلين على الأقل أحدهما محتمل والآخر مؤكد • لأنه وان كانت زيادة أداء الصاروخ زيادة كبيرة باستعمال الوقود الكيميائي مستحيلة ، فهناك ما يدعو للاعتقاد بأننا سنستطيع مستقبلا الجسم الطاقة الذرية واستخدامها في الدفع الصاروخي • وسيحل ذلك مشكلتنا قطعا وان كان من الحكمة عدم الاعتماد عليه • أما الحل

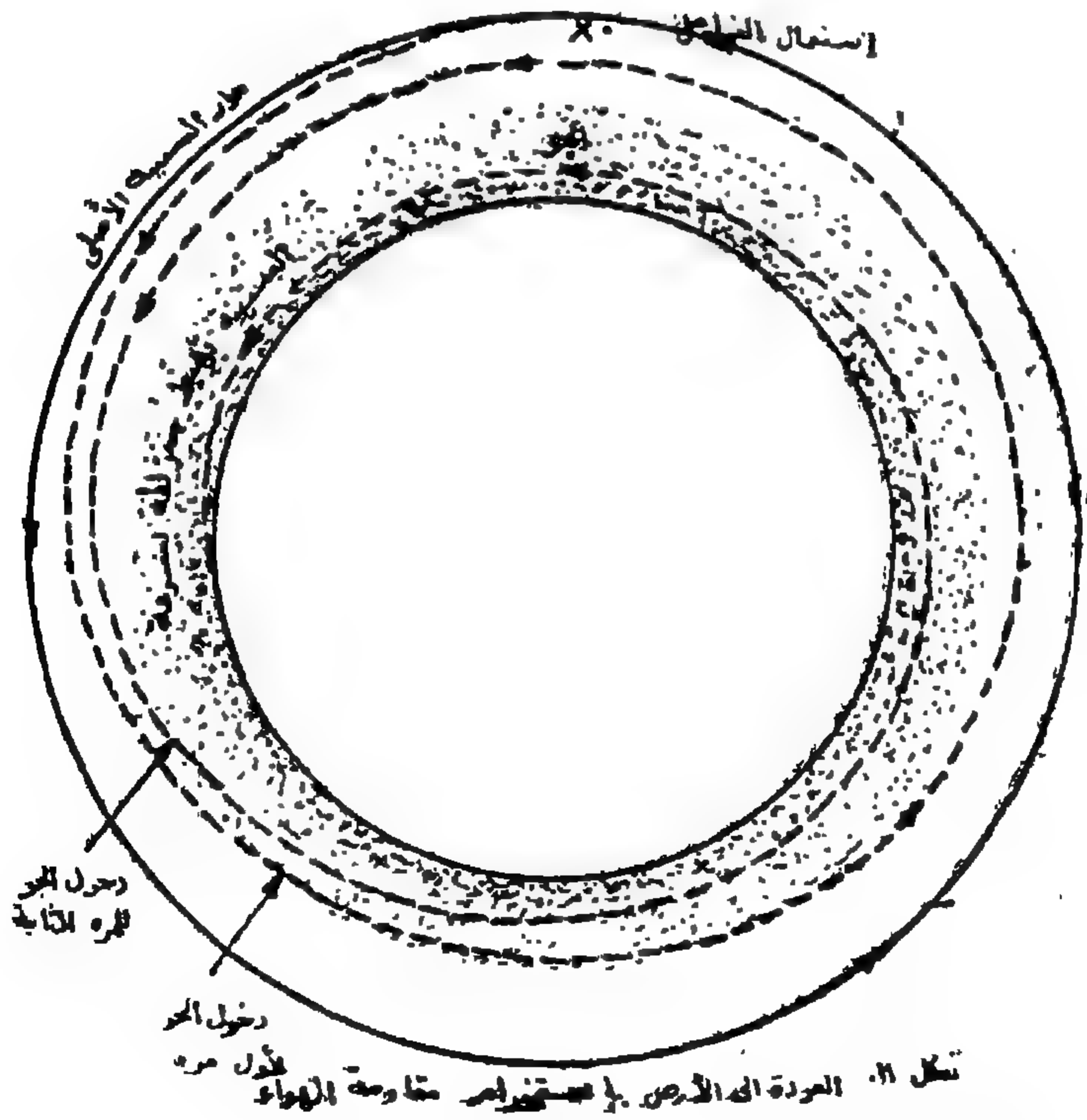
الثانى وهو لا يتضمن أى اختراعات جديدة أو كشف نظرية. ولكنه مبنى على فكرة تبدو بالرغم من بساطتها مفرقة فى الخيال: فاذا لم نستطع بناء سفينة للفضاء تقوم بالرحلة بين الكواكب مرة واحدة ، فسنجزىء هذا العمل الى عدد من المراحل المنفصلة ونعيد تزويد السفينة بالوقود عندما يلزم ذلك .

فلا يمكن لأى سيارة مهما كان خزانها كبيرا أن تطوف حول العالم دفعة واحدة ، ولكن أى سيارة تستطيع ذلك متى وقفت عددا كافيا من المرات . وقد يعترض معترض بعدم وجود محطات للتزود بالوقود فى الفراغ ، وهذا صحيح غير أنه ما من سبب يمنع من ايجادها هناك .

« فالتزود بالوقود فى المدار » كما سمي بذلك ، هو مفتاح السفر بين الكواكب . وهو يعتمد ببساطة على أنه متى وصلت سفينة الفضاء الى سرعتها الدائرية خارج الغلاف الجوى فانها تستمر فى مدارها هذا الى مالا نهاية دون استخدام أى طاقة ، وعندئذ يمكن أن تتسلق صواريخ أخرى من الأرض الى نفس المدار ، ويمكنها مادامت تطير بنفس السرعة أن تنقل الوقود الى خزانات السفينة الفارغة حتى تمتلئ ، فتصبح عندئذ فادرة على ترك الأرض والسفر الى الفضاء . ولما كانت تمتلك سرعة مدارية قدرها ١٨٠٠٠ ميل / الساعة والسرعة اللازمة للافلات هى ٢٥٠٠٠ ميل / الساعة ، فتكون السرعة الاضافية التى تحتاج اليها لترك الأرض تماما ليست سوى ٧٠٠٠ ميل / الساعة .

وقبل أن نبحث هذه العملية بالتفصيل ، يجدر بنا أن نبحث
المشاكل الأساسية التي يتضمنها بناء سفن الفضاء لرحلة
بسيطة ، مثل الدخول في مدار دائري حول الأرض . فإذا ما
أثبتنا امكان القيام بمثل هذا العمل ، فإن الأعمال الأصعب في
الملاحة بين الكواكب لن تتطلب الا امتدادا لنفس الطريقة .
ويمكن اعتبار الرسم الموجود في اللوحة ١ نواة لسفينة
الفضاء (وقد جاء ذكره في صفحة ٩٧) وقد صمم هذا
المشروع ليصل بعد احتراق الوقود الى سرعة قدرها ٥٠٠٠
ميل/الساعة ترفعه الى ارتفاع ٢٢٥ ميل . ولا تحتوي الكابينة
الا على الطيار والأجهزة اللازمة لسلامته أثناء الرحلة
(وسنبحث وظيفة هذه الأجهزة في الفصل السادس) .
وسيصبح بناء صواريخ وحيدة المرحلة من هذا النوع تحمل
انسانا وتصل سرعتها الى ١٥٠٠٠ ميل/الساعة وارتفاعها الى
٢٠٠٠ ميل - وسيصبح ممكنا باستخدام أنواع الوقود والمحركات
التي ينتظر استعمالها مستقبلا . ولكنها لن تتمكن من الوصول
الى السرعة المدارية وستضطر للعودة الى الأرض .
وللدخول في مدار نحتاج لصاروخ ذي مرحلتين كالذى
جاء ذكره في الفصل الرابع . ولو أننا نحتاج الى وقود أقوى
كثيرا مما نستخدم حاليا حتى مع هذا التصميم . وعلى أية حال ،
فيمكن تحقيق ذلك واطلاق الصاروخ المجنح الصغير كتابع
صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع بضعة مئات من الأميال
متما دورة كاملة في ٩٠ دقيقة .

ولكن كيف يعود القائد ؟ فان تقليل السرعة باستخدام محرك الصاروخ فقط ، يتطلب من الجهد نفس المقدار المبذول لزيادتها . وطالما تمتلك سفينة الفضاء سرعتها فهي لا تستطيع أن تترك مدارها ، شأنها في ذلك شأن القمر .
وهنا يصبح جو الأرض في جانبنا ، بعد أن كان عند الصعود حربا علينا . فلنفرض أن السفينة ما زالت تحتفظ ببعض الوقود ، ولنفرض أنها استدارت بطريقة ما في الفضاء حتى أصبحت محركات الصاروخ في اتجاه الحركة . فادارة



الصاروخ الآن تنقص سرعة السفينة وتجعلها تسقط نحو الأرض • ويكفى التغير البسيط في سرعة السفينة لتغيير مدارها من دائري الى بيضاوي يمس الجو • فاذا ما دخلت السفينة في طبقات الجو العليا ، فان مقاومة الهواء ستقلل من سرعتها ثانية كما ستزداد حرارتها نتيجة للاحتكاك • ولا خوف من أن تصل السفينة الى درجة التوهج اذا كان دخولها الى الجو على الزاوية الصحيحة ، لأن سرعتها تكون أقل بكثير من السرعات التي تؤدي بالنيازك الى نهايتها الحاطفة •

وفي أول تلامس للسفينة مع الجو ، لا تبقى داخل الجو الا دقائق قليلة قبل أن تندفع خارجة الى الفضاء • ولكنها تدخل مسافة أكبر في التقائها الثاني بالجو نظرا لانخفاض سرعتها •

وبعد حين تبقى السفينة داخل الجو تماما ، وتستطيع عندئذ الهبوط كطائرة شراعية تقل سرعتها تدريجيا لمقاومة الهواء • وقد بينا هذه العملية (التي تسمى الدخول ببيضاوي الاحتكاك) في شكل ١١ • ولهذه العملية أهمية عظيمة ، فهي تعني عدم الحاجة الى استخدام القوة الصاروخية في الهبوط على الكواكب ذات الغلاف الجوي الكثيف نوعا كالأرض والزهرة ، وربما أيضا المريخ • والحق أننا نحتاج الى الشيء الكثير من المعرفة فوق ما نملك الآن لنقرر أي نوع من الأجنحة وأسطح التوجيه تلزم لهذه المناورة • ولكن الدراسات التي تمت في هذا الشأن تشير الى امكان الهبوط بهذه الطريقة

• • وسيكون لهذه الطائرة الشراعية مدى يحيط بالأرض
نقريباً ، نظراً لسرعتها الابتدائية الكبيرة •

وقد بدأنا الآن فى تكوين صورة لسفينة الفضاء التى
سنستعملها فى رحلاتنا الأولى • وستكون صاروخاً ذا مرحلتين
أو ثلاث مراحل يزن بضع مئات من الأطنان ويطلق غالباً من
هضبة مرتفعة قرب الاستواء • وهى ذلك عدة مزايا لا يعد
أيها - إذا أخذت متفرقة - ذا بال ، ولكنها مجتمعة تحدث
وفراً هاماً فى الوقود • فإطلاق الصاروخ من ارتفاع كبير يقلل
الحسائر الناجمة عن مقاومة الهواء وهو فوق ذلك يعنى دخول
الصاروخ سريعاً فى الفضاء حيث نزداد كفايته كثيراً • أما
الاقلاع من خط الاستواء ، فهو يزود السفينة بسرعة قدرها
١٠٠٠ ميل/الساعة فى الاتجاه الأفقى ، وهى مساهمة متواضعة
ولكنها نافعة للحصول على سرعة ١٨٥٠٠ ميل / الساعة
المطلوبة •

وعلى ارتفاع خمسين ميلاً تقريباً ، يوجه الصاروخ ببطء
نحو الشرف ، بحيث تدخل السفينة فى مدار أفقى (خارج
الغلاف الجوى بقليل) • فإذا اعترض أحد على هذا التعبير
النافع ، مشيراً بحق إلى أنه ليس للغلاف الجوى حد ، سنعرف
المقصود من هذه العبارة بأنه « للارتفاع الذى تقل فيه المقاومة
الاحتكاكية لدرجة يبقى معها الجسم فى مداره للمدة المطلوبة ،
• • وقد يكون هذا الارتفاع مائتى ميل فقط بالنسبة لصاروخ

عليه أن يدور حول الأرض لبضعة أيام فقط . أما في حالة بناء دائم مثل « محطة الفضاء » المذكورة في الفصل الخامس عشر فقد يكون الحد الأدنى للارتفاع ٥٠٠ أو ١٠٠٠ ميل .

أما المراحل السفلى من الصاروخ والتي تلقى خلال تسلقه في الغلاف الجوي فتسقط على خط يمتد شرقا من موقع الاطلاق . أما النقط الفعلية التي تسقط فيها فتتوقف على سرعتها وارتفاعها عند الانفصال وقد تدور المرحلة قبل الأخيرة دورة كاملة حول الأرض قبل سقوطها . وهذا يعنى أن نقطة الاطلاق يجب أن تقع في الطرف الغربى لمنطقة ضيقة طويلة جدا غير مأهولة بالسكان ، هذا لو تركنا المراحل الفارغة تسقط بحرية .

والحل الآخر هو هبوط المراحل بالمظلات الوافية حتى يمكن استعادة المراحل السفلى من الصاروخ ، واتقاء شرها . وأفضل طريقة - ولا شك أنها طريقة عملية مع غرايتها - هي أن تكون المراحل المختلفة طائرات شراعية مستقلة ، تعود الى قواعدها تحت الارشاد اللاسلكى أو بقيادة الطيارين . ومن المؤكد أن اجراء من هذا القبيل سيتخذ بالنسبة للمرحلة الأولى التي ستكون أكبر من جميع المراحل الأخرى معا ولها بالتالى قيمة كبيرة .

وعندما تتمكن من اقامة توابع صناعية بهذه الطريقة ، سيقدم علم السفر فى الفضاء بسرعة كبيرة . وسوف نبحث بعض

العوائد العلية والتجارية لهذه التوابع فى وصل تال • أما الآن فلا يهمننا الا قيمتها كنقط للوثوب الى الكواكب •
فان صاروخا فى مدار حول الأرض لهو فى مركز مشالى لبداية رحلة بين الكواكب • فهو أولا يمتلك سرعة ابتدائية قدرها ١٨٨٠٠٠ ميل/الساعة وهو بذلك بالنسبة لمستلزمات الوقود ، قد قطع أكثر من نصف الطريق الى الكواكب (حتى وان كان لم يزد بعده عن الأرض عن بضع مئات من الأميال)
• • وهو ثانيا فى فراغ مما يجعل محركاته تعمل بأحسن كفاية • وهو ثالثا فى حالة انعدام الوزن •

ومعظم الناس اليوم يدركون أن انعدام الوزن حالة طبيعية فى الفضاء ، نتيجة للقصص العديدة فى هذا الموضوع • وهم مع ذلك يعجزون عن توضيح سبب ذلك • ويجب أن نؤكد فورا أن لا علاقة لهذا التأثير بتناقض الجاذبية تبعا للبعد عن الأرض • فالإنسان قد يشعر بانعدام الوزن فى صاروخ يرتفع مائتى ميل عن سطح الأرض حيث تكون قوة الجاذبية مساوية لقيمتها عند سطح الأرض تقريبا •

ويمكن توضيح هذا التناقض كما يلى : حقا ان جاذبية الأرض تعطينا شعورا بالوزن ، ولكن هذا لا يحدث الا عندما نقاوم أثرها • فالجاذبية « ج » تحاول أن تكسبنا تسارعا الى أسفل ويمنعها من ذلك ضغط الأرض أو المقعد الذى نجلس عليه • ارفع هذه الدعامات ، ودع الجاذبية تفعل فعلها ، وأنت

تشعر على الفور بانعدام الوزن • ونادرا ما نلاحظ ذلك عمليا لأن عقولنا فى مثل هذه المناسبات - وهى قصيرة جدا على أى حال - تكون فى شغل شاغل بأمور أهم • والمرّة الوحيدة فى حياتنا العادية التى نحس فيها بهذا الشعور الوقتى بانعدام الوزن هى عندما نكون داخل مصعد سريع عندما يبدأ هبوطه ويعرف الهابطون بالمظلات أيضا هذا الشعور لجزء من الثانية فل أن تتزايد مقاومة الهواء وتسمع التسارع غير المحدود • والصاروخ الذى ينطلق حرا فى الفضاء ، وقد أوقفت محركاته ، لا يقاوم الجاذبية بل هو فى الواقع يترك الجاذبية سيره كيفما تشاء • وأحيانا يقال لهذا الصاروخ انه فى حالة « سقوط حر » • وان كان هذا التعبير ليس مضبوطا تماما فكلمة سقوط عادة تعنى الحركة لأسفل • أما سفينة الفضاء فقد تتحرك الى أعلى أو أفقا تحت تأثير الجاذبية فقط • ولذا فكلمة « مدار حر » أصدق من « سقوط حر » وفى هذه الحالة ، والتى تبدأ لحظة ابطال محركات الصاروخ ، تفقد السفينة وركابها الوزن كليّة • وتستمر هذه الحالة حتى اذا دخلت السفينة مجالا جاذبيا آخر كأن تقترب من القمر وتبدأ فى السقوط نحوه • ولذا فمن الهراء القول بزيادة مطردة فى الشعور بالوزن أثناء السقوط نحو كوكب آخر كما سبق أن ذكر بعض الكتاب • فستكون هناك زيادة فى قوة الجاذبية وزيادة فى التسارع ولكن الركاب لن

يشعروا بشيء من ذلك الى أن تدور محركات السفينة ثانية .
ولعل مسألة انعدام الوزن هذه كانت سببا في البلبلة أكثر
من أى شيء آخر فى علم السيفر فى الفضاء . ويمكن أن
تتجنب جميع المشاكل بتذكر القاعدة البسيطة التالية :

« فى خارج أى غلاف جوى ينعدم وزن سفينة الفضاء
ومحتوياتها تماما طالما لا تعمل محركاتها » . ولا يؤثر مكان
السفينة على ذلك اطلاقا ، سواء كانت قرب أحد الكواكب أو
فى أعماق الفضاء .

أما عند ادارة المحركات ثانية ، فيحدث التسارع الناتج عن
قوة دفع المحركات شعورا بالوزن مرة أخرى . وقد يتفاوت
هذا الشعور من شد غير محسوس تقريبا الى ضغط ساحق
يمنع المسافر من كل حركاته . ولا يستمر هذا الشعور الا
طوال مدة عمل المحركات .

والآن بعد هذا الخروج عن موضوعنا الأصلي وله ما يبرره
من أهمية البحث ، لنعد الى صاروخنا فى مداره الحر خارج
الغلاف الجوى ، وهو يحمل ملاحيه ووزنه النافع ولنكن
خزانات الوقود قد فرغت تقريبا أثناء حصوله على السرعة
المدارية .

والآن سيصعد من الأرض صاروخ آخر مشابه للأول
ويتسلق الى نفس المدار ويتكون حملة النافع من مزيد من
الوقود . ويمكن أن نسميه خزانا أو ناقل الوقود . وبوساطة

نفائاته الموجهة يقترب الصاروخ الأول ويقف بالقرب منه •
وقد تثير هذه العملية دهشة من لا يدركون غرابة أحوال
الفضاء • فيتساءلون كيف يمكن لآتين تتحركان بسرعة لا تقل
عن ١٨٠٠٠ ميل/الساعة أن يتما هذه المقابلة ؟

والاجابة على ذلك هي أن سرعة ١٨٠٠٠ ميل/الساعة هي
السرعة بالنسبة الى الأرض فحسب • والمراقب في سفينة
الفضاء المدارية يعتبر سفينته ساكنة بينما يبدو الكوكب تحتها
وهو يدور حول نفسه • وعندما يتسلق الصاروخ الناقل للوقود
لمقابلته ، عليه أن يطابق سرعته أوتوماتيكيا ليتمكن من البقاء
في نفس المدار • وهذه العملية تشبه عملية تزويد الطائرات
بالوقود في الجو وفيها لا تكون لسرعة الطائرتين الفعلية أية
قيمة ما دامت متساوية • والفرق بينهما أنه في حالة التزود
بالوقود في المدار تكون مشكلة الاتصال أبسط كثيرا فليس
هناك هواء تؤثر مقاومته على أنابيب التوصيل ، والرؤية دائما
ممتازة ، كما أن هناك من الوقت متسعاً لاتمام المناورة • فلو
صعد الصاروخ الناقل الى نقطة تبعد مائة ميل عن السفينة الأولى
وكان بين سرعتيهما فرق في اتجاه الحركة مقدار مائة ميل ،
تكون لديه ساعة تقريبا لتصحيح هذا الوضع باستخدام دفعات
صاروخية منخفضة القوة •

وهناك عدة طرق يمكن أن يتم بها النقل الفعلي للوقود •
فيمكن للملاحى الناقل أن يطلقوا قذيفة صغيرة (وقد تدفع

بصاروخ غازى) تسحب أنابيب الوقود خلفها • وقد يكون من
الأوفق اجراء اتصال مباشر بين السفيتين باستخدام أنبوب
تليسكوبى مرن يدخل فى مكان معد له فى السفينة الأخرى كما
هو الحال فى بعض الطائرات •

وهناك احتمال ثالث ، وهو نقل خزانات الوقود بأكملها من
سفينة الى أخرى • وهذه العملية ممكنة تماما فى انعدام الوزن ،
كما أنها تناسب الصواريخ المبنية على طريقة الخزانات
المستهلكة •

وعند انتهاء الناقله من عملها تفصل وتعود الى الأرض
باستخدام الفرملة الصاروخية كما سبق شرحه • وبعد عدد
كاف من هذه الرحلات يتم التزويد بالوقود ويمكن لسفينة
الفضاء الأصلية أن تسارع خارجة من مدارها ومنطلقة الى
القمر أو الى أى جهة أخرى تقصد • وعند عودتها الى
الأرض ، فاما أن تتخذ لها مدارا ثانية وينزل ملاحقوها الى
الأرض فى الصاروخ الناقل للوقود ، واما أن تهبط السفينة
بنفسها • وتمتاز الطريقة الأولى ببقاء السفينة فى مدارها
استعدادا للرحلة التالية •

ومما تقدم ندرك أننا قد ابتعدنا كل البعد عن سفينة الفضاء
النقلية ، وهى طوربيد انسيابى يشبه صاروخا جبارا من طراز
ف ٢ ، ويسير مباشرة الى القمر ، ويهبط هناك ثم يعود الى
الأرض مباشرة دون أى توقف • وطبقا لمعلوماتنا الحالية فلبس

هناك أى احتمال لتنفيذ مثل هذا الصاروخ قبل مدة طويلة •
وحتى الطاقة الذرية ، حين ننجح فى استخدامها فى الدفع
الصاروخى قد تحتاج بل وقد تتطلب استعمال التزود المدارى
بالوقود •

والآن تبرز من هذا البحث فكرة جديدة • فقد رأينا أن
عبور الفضاء يتضمن مهام مختلفة : فعلى أولاً أن تتسلق خلال
الغلاف الجوى وأن تكافح جذب الأرض الى أن نصل الى
المدار ، ثم علينا أن ننطلق من هذا المدار فى طريق الكواكب ،
وأخيراً يجب عند العودة الى الأرض أن نهبط هبوطاً
ايروديناميكياً فى طائرة منزلقة (شراعية) سريعة •

وهذه العمليات المختلفة تتطلب خواص مختلفة تماماً - بل
ومتعارضة فى بعض الأحيان - فى السفينة التى ستقوم بها •
فالأجنحة والزعانف مثلاً لا فائدة لها فى سفينة ستهبط على
سطح القمر الحالى من الهواء ، فلماذا تستهلك أطنانا من الوقود
الثمين فى حملها كل المسافة الى القمر ذهاباً وإياباً ؟

كما أن الصاروخ الذى يتسلق خارجاً من الأرض ويعود
كطائرة منزلقة يتعرض لضغوط تعادل عشرة أمثال وزنه
الطبيعى الناتج عن الجاذبية أو أكثر وهذا يعنى بناء قويا
وبالتالى ثقيل نسبياً أما الصاروخ الذى يقضى حياته العملية فى
مدار حول الأرض أو أى كوكب آخر ، أو منطلقاً فى طيران
حر فى الفضاء الحالى من الهواء فيمكن أن يكون بناؤه أخف

كثيرا ، والحق أنه يعد ، بالنسبة لمقاييسنا العادية ، وأهى البناء .
وبذلك يصبح وزنه كسرا بسيطا من الوزن المطلوب لبناء
صاروخ يعمل من قاعدة أرضية ويشابهه فى الحجم . وهكذا
يمكن لهذا الصاروخ أن يحمل وزنا نافعا أكبر أو أن يصل
الى سرعات نهائية أعلى ، أو بعبارة أخرى يكون تصميمه أكثر
كفاية .

يتضح من ذلك أننا ملزمون بالاستنتاج بأننا سنحتاج الى
نوعين على الأقل من سفن الفضاء تبعاً للمهمة التى يجب أن
نؤديها . وليس فى هذه الفكرة شىء جديد أو ثورى وإنما
هى تفكير هندسى سليم . فبناء السفن لا يضعون فى سفينة
واحدة خواص عابرة المحيط السريعة والقاطرة الشاطئية .
فاذا حاولنا فى بناء سفن الفضاء أن نفعل ذلك ، فلنا نحصل
نهمتنا الشاقة الى شىء مستحيل .

وسنبحث هذه الفكرة فى الفصل التالى بتوسع ، لئرى أى
أشكال قد تتخذها سفينة الفضاء . ولا نتظر فى هذه الفترة
من تاريخ علم السفر فى الفضاء إلا أن نقترح بعض التصميمات
المحتملة . وقد تغير الاكتشافات الحديثة نظرتنا حتى فى العقد
التالى . فاذا جاءت تنبؤاتنا التالية قريبة من الحقيقة قرب «العربة
البخارية الهوائية» لهنسون (Henson) وغيرها من تنبؤات
القرن التاسع عشر عن ماكينات الطيران الأثقل من الهواء ،
سنكون بذلك من القانعين .

الفصل السادس

سفينة الفضاء

ان تحليل المشكله يوجهنا الى اقتراح حاجتنا الى ثلاثة أنواع
مفصلة من السفن لغزو الفضاء وربما نوعين فقط يتفرع
أحدهما الى قسمين وهذه الأنواع هي :

(١) الصاروخ المتعدد المراحل ذو المرحلة الأخيرة المجهزة
ويستعمل لنقل المواد الى مدار حول الأرض ثم يعود
بالفرملة الجوية ويمكن أن نطلق على هذا النوع اسم
الناقلة أو « المعدية » وسستخدم نموذج يشبه كثيرا
للمهبط على الكواكب ذات الغلاف الجوي كالمربح
والزهرة ولن يستخدم للمهبط على القمر .

(ب) النموذج المعد من (١) ، وليست له أجنحة أو زعانف ،
وهو معد للمهبط على الكواكب الخالية من الهواء كالقمر
باستخدام الفرملة الصاروخية فقط . ولا حاجة لأن
يكون هذا النموذج انسيابيا بأي شكل من الأشكال ،
ولما كان سيعمل دائما على الكواكب الصغيرة فسيستخدم
تسارعا لا يزيد عن ربع التسارع المستخدم في النموذج

(١) فلا يحتاج الى أن يكون بنفس قوة البناء ، فيمكن لهذا النموذج أن يحتل الوقوف تحت تأثير وزنه فقط الأرض ولكنه لن يقدر على رفع نفسه في مجال جاذبية الأرض وسنضطر اما الى بنائه في الفراغ أو الى صنعه من سفينة من النوع (١) بإزالة ولأجزاء الزائدة عن الحاجة بعد وصولها الى المدار وهذا هو الأرجح . .

ويمكن تسمية هذا النوع بالنموذج القمري من سفن الفضاء . . وسيستخدم للهبوط على عطارد والقمر وتوابع الكواكب الكبرى . وقد نضطر الى استعماله في المريخ اذا ثبت أن جوه أخف من أن يسمح بالهبوط الهوائي المتحرك . الأيروديناميكي . .

(ج) وأخيرا فهناك نموذج سفينة الفضاء العميق التي لا تهبط على أى كوكب أبدا ، وعملها أن تسافر من مدار حول الأرض الى مدار حول القمر أو المريخ أو أى عالم آخر ، حاملة الأفراد والوقود والبضائع . وعند وصولها الى مقصدها تقابلها سفينة من النوع (١) أو (ب) وهي التي تقوم بالنقل الى الكوكب وتكون الناقلة قد سبق حملها الى الكواكب بواسطة سفينة سابقة من النوع (ج) ، أو قد تكون سافرت الى هناك من قبل بقوتها الخاصة .

وسفينة الفضاء العميق التي نحاول أن نصورها ستكون باللغة الغريبة ، ويغلب لو رأينا صورة لاحداها ألا نعرف انها

سفينة للفضاء اطلاقا لبعدها عن أفكارنا الحالية .
ولن يكون بها أثر للشكل الانسيابي كالسفينة القمرية ،
بل ستأخذ أى شكل تشير الاعتبارات الهندسية بأنه الأصلح .
وبخلاف أنواع سفن الفضاء الأخرى لن يكون عليها أن تتحمل
الاقوى وتسارعا صغيرا جدا . فيمكنها وهي سابحة فى مدارها
حول الأرض أن تستجمع سرعة الافلات وتنطلق خارجة الى
الفضاء بالبطء الذى يحلو لها مستغرقة فى ذلك ساعات وأياما
بدلا من الدقائق التى تستغرقها سفن الفضاء المعتادة .

ولم تتح لنا على الأرض فرصة إقامة مبنى لا يستطيع
الوقوف تحت تأثير ثقله كما سيكون الحال فى سفن الفضاء
العميق التى لن تتعرض لقوى سوى تلك الناتجة عن تسارعها
الهمين وما تضطر اليه من مناورات للدوران ولن تزيد هذه
القوى غالبا عن عشر الوزن الذى تعطيه جاذبية الأرض لبناء
السفينة ، وعلى هذا فالسفينة قد تتكون من غرفة للملاحين
صغيرة محكمة ، ومجموعة من الخزانات الوقود الضخمة الرقيقة
وقد شدت بعضها الى بعض بشبكة من القضبان والعمد الرقيقة
أشبه ما تكون بنسيج العنكبوت . ولن تزيد فى قوة بنائها عن
الفانوس الصينى المصنوع من الورق ، وربما يكون هذا
التشبيه قد أصاب الحقيقة فان الخزانات لبعض أنواع الوقود
على الاقل لن تكون سوى أكياس من الورق المقوى .

أما مشركات الصاروخ نفسها فتكون صغيرة جدا وضعيفة

نسيا وقد صممت لتحدث دفعا متواضعا لمدة طويلة وسيكون هذا أيضا عاملا كبيرا في تخفيض الوزن .

وقد حاولنا في اللوحة رقم (٣) أن نعرض النماذج المختلفة من سفن الفضاء التي تخيلناها . ففي مقدمة اللوحة نرى صاروخا مجنحا من النوع (١) وهو يزود سفينة من النوع (ب) بالوقود لتستطيع الهبوط على القمر . ويجب أن نذكر أن هاتين السفينتين هما المرحلة الأخيرة من صواريخ أكبر كثيرا لم تستطع مراحلها السفلى الإفلات من الأرض .

وكما سبق أن أوضحنا أن هذه السفن وكل ما يتحرك معها تكون في حالة انعدام الوزن ، ولا يكون اتجاه الأرض أو أى اتجاه آخر هو الأسفل بالنسبة لها ، وهكذا فالملاحون الذين يخرجون من السفينة وهم يرتدون ملابس الفضاء للمساعدة في نقل الوقود يكونون عديمي الوزن ويستطيعون السباحة في الفضاء في أى اتجاه يرغبون بمساعدة مسدسات رد الفعل . وزيادة في الأمن سيستعملون حبالا تصلهم بسفنتهم حتى لا يعتمدوا عنها في الفضاء .

أما السفينة القمرية أو النموذج (ب) فقد بنيت بحيث تتحمل تسارعا مساويا للجاذبية الأرضية أى ستة أضعاف جاذبية القمر . وجهاز النزول مثبت في مكانه ، إذ لا معنى لجعله قابلا للرفع . ويستخدم هذا الجهاز (أو الجزء الأسفل) عندما تكون السفينة على القمر كحامل يثبت الصاروخ في الوضع اللازم للاقلاع

(انظر اللوحات ٣ ، ٤) ويمكن ترك الجزء الأسفل لعدم الحاجة اليه عند العودة للمدار حول الأرض • ولذلك يمكن أن يجعل قابلا للانفصال • ولكن هذا ليس سليما من الناحية الاقتصادية لأنه من الأوفر أن تعود السفينة به بدلا من حمل طاقم جديد من الأرض عند اعدادها للرحلة القادمة ووجوده بهذا الشكل على العموم يزود السفينة بعامل أمن كبير اذ يمكن فى الحالات الاضطرارية تركه على القمر (وسيكون بلا شك نافعا للمستوطنين فيما بعد) •

وهناك بالقرب من مقدمة السفينة ذراع بارزة تحمل الأجهزة اللازمة للمراقبة بالنظر والرادار أثناء الاقتراب من القمر • ويجب حفظ هذه الأجهزة بعيدا عن ناظورات الفساعات التى ينفضها الصاروخ لأنها تحدث وهجا شديدا يعمى بصر المراقب • وهى فضلا عن ذلك تمتص النبضات الرادارية بسهولة فى غازاتها المتأينة •

وعلى البعد توجد سفينة من الطراز (ج) ومعها ناقل للوقود أتم مهمته وانفصل استعدادا للعودة الى الأرض • وباحدى الكرتين غرفة الملاحين المزودة بالضغط ، مع خزانات الوقود • بينما توجد المحركات بالكرة الأخرى •

ومع أن هناك طرقا أخرى لتصميم هذا النوع من سفن الفضاء الا أن لهذا النظام الذى يشبه أنقال التمرين الرياضى (دمبل) مزايا عديدة • فمن وجهة النظر الهندسية يعتبر

الشكل الكروي أنسب الأشكال لاحتفال الضغط ، هذا فضلا
عن مزاياه فى البناء مثل احتوائه على أكبر حجم بالنسبة لمساحة
معينة للسطح • وتصل بين الكرتين اسطوانة تحمل أذرع
القيادة كما تعمل كنفق للتوصيل •

وأحد مزايا هذا النظام - ربما كانت الحاسمة - هى انه يعد
مثاليا للدفع الذرى • وسنبحث هذا الموضوع فيما بعد ، ويكفى
أن نذكر هنا أن أى نوع من أنواع الصواريخ الذرية يحتمل
أن ينتج كمية كبيرة من الاشعاعات الذرية الخطيرة • وسيكون
من الضرورى تبعاً لذلك حماية الملاحين منها ويتم هذا الى حد
ما بوساطة الوقود نفسه وفضلا عن ذلك فإن أبعاد المحركات
عن غرفة الملاحين ما أمكن يزيد من الأمن مقابل نفقة قليلة
نسبيا •

ولا بد أن ندرك أن السفن من هذا النوع ستبنى فى
الفضاء من أجزاء تحمل من الأرض وتجمع فى المدار الحر •
وبما أننا سنبحث مشاكل مماثلة لهذه عندما ندرس بناء محطات
الفضاء ، فلن ندخل فى تفاصيلها هنا • ولكننا نذكر فقط أن
صعوبات البناء تقل كثيرا فى مكان لا وزن فيه لأى شئ ،
وحيث تبقى الأجزاء فى أى مكان توضع فإنه دون دعامة
ظاهرة •

ومن المفهوم أيضا أن هذا النموذج من سفن الفضاء لا يحتمل
بناؤه قبل مرور أعوام على بناء النماذج (١) ، (ب) وهى التى

ستقوم بعمل الاستكشافات الاولى للكواكب مهتدة بذلك الطريق للسفن الأحدث والأكثر كفاية .

ومع عدم وجود تطورات فنية ثورية (ومن الحكمة أن نذكر أن هذا فرض بعيد الاحتمال !) ، يبدو أن غزو الفضاء سيتم فى المراحل الآتية :

١ - تدخل قذائف بلا قائد تحمل أجهزة فى مدارات ثابتة حول الأرض ثم تسافر الى القمر والكواكب .

٢ - ترتفع صواريخ وحيدة المرحلة يقودها أشخاص الى بضع مئات من الأميال ، ثم تهبط بواسطة الأجنحة أو المظلات الواقية .

٣ - صواريخ متعددة المراحل يقودها آدميون تتخذ مدارات دائرية خارج الغلاف الجوى مباشرة وتعود بعد عدد من الدورات باستخدام الفرامل الصاروخية ومقاومة الهواء .

٤ - تجرى التجارب لتزويد هذه السفن بالوقود فى المدار حتى يمكنها أن تترك الأرض وتقوم باستكشاف القمر ثم تعود الى المدار الأرضي . .

٥ - يطلق النموذج المعد للمهبوط القمرى من الأرض أو تجمع أجزاءه فى المدار الحر ثم يهبط على القمر بعد تزويده بالوقود . وقد ترجع هذه السفن مباشرة الى مدار حول الأرض أو تلتقى فى مدار حول القمر

بناقلات للوفود ترسل من الأرض ..

٦ - بينما يجرى استكشاف القمر باستخدام هذه السفن والطرق الفنية ، تبذل محاولات لتزويد صواريخ بالوقود للرحلات الى المريخ والزهرة ومع أن القدرة اللازمة لهذه الرحلات ليست أكبر كثيرا من رحلات القمر إلا أن زمن الرحلة (١٤٥ يوما للزهرة ومن ٢٤٠ الى ٢٥٠ يوما للمريخ) يتطلب استخدام سفن أكبر كثيرا . أما محاولة النزول في هذه الرحلات الأولى فتوقف على عوامل كثيرة لا نعرفها اليوم وخاصة خلال ذلك الوقت . ومن الواضح أن الهبوط أمر مرغوب فيه نظرا لتكاليف وطول هذه الرحلات ولكن ذلك سيزيد الحجم الابتدائي لتلك السفن زيادة كبيرة . وستضطر البعثات الأولى الى الاكتفاء بالاستكشاف من المدار قبل عودتها الى الأرض ملء الثغرات التي تبقى في المعلومات التي جمعتها القذائف الاستطلاعية السابقة .

٧ - وأخيرا سيتم الهبوط على المريخ والزهرة بواسطة سفن صغيرة صممت خصيصا لهذا الغرض تصاحب السفينة الرئيسية وستترك هذه الناقلات الصغيرة في مدارها بعد اتمام مهمتها من حمل الأفراد المنتخبين من ملاحى السفينة الأم الى سطح الكواكب ثم العودة بهم اليها حتى يمكن أن تستعملها البعثات القادمة ..

وبهذه المرحلة ينتهى الدور الأول من الطيران بين الكواكب .
وبعد ذلك تصبح المشكلة هى تحسين كفاية سفن الفضاء
وبناء القواعد على القمر والمريخ والزهرة • وتخزين كميات
من الوقود فى أنسب الأماكن لذلك فى المدارات الحرة وعلى
سطح الكواكب • والاستعداد للرحلات الأكبر والأصعب الى
الكواكب الخارجية الجبارة وتوابعها •

ويجب أن ندرك أن المراحل المختلفة التى حددنا معالمها
فما سبق ستدخل الى حد كبير • وقد تصبح بعض المراحل
المتوسطة غير لازمة اذا أمكن استخدام الطاقة الذرية ، الأمر
الذى سيعجل بتقدم السفر فى الفضاء كثيرا • ويعتقد كثير
من العلماء أن مثل هذا التطور كبير الاحتمال ، ولكنه حتى
الآن ليس مؤكدا تماما ، فليس من الحكمة بناء كل آمالنا على
أساسه •

فقد استطعنا حتى الآن اطلاق الطاقة الذرية فى صورة
اشعاع أو حرارة فقط • وهى تنتج على جميع مستويات القدرة
من الكمية اللازمة لملء كوب من الماء فى خمس دقائق الى
المقدار الكافى لسحق مدينة فى بضع ثوان ، بيد أننا لا نعرف
طريقة لاستخدامها مباشرة لانهادات دفع يمكن التحكم فيه
كذلك الذى يلزم لسفن الفضاء • ولتقسوم بذلك يجب أن
نستخدم طريقة غير مباشرة لتحويل طاقة الحرارة الى طاقة
حركة •

وبالطبع هذا هو ما يفعله الصاروخ التقليدي تماما • ففي أثناء الاحتراق تتحرر الطاقة الكيميائية من الوقود وتقوم بتسخين الغازات المختلفة الناتجة عن التفاعل • وهذه الغازات في تمددها وتقدمها في فوهة خروج العادم تستبدل الحرارة بالسرعة ، فهي تبرد ولكنها تكتسب سرعة عالية وبذلك تولد الدفع الذي يحرك الصاروخ الى الأمام •

ومن الواضح طبقا لذلك أننا لو سخنا غازا وتركناه ليمدد بهذه الطريقة لأصبح لدينا نوع من الصواريخ ، وليس حتما أن تأتي الحرارة من تفاعل كيميائي فليس لمصدرها أية أهمية • ويمكن لتفاعل ذري أن يقوم بنفس المهمة • وهذا يعني امكان استعمال أى غاز لنافورتنا الدافعة قد لا يدخل في أى عملية احتراق • وبذلك تزداد حريتنا في الاختيار كثيرا ، فنستطيع لو أردنا استخدام الهليوم وهو غاز خامل لا يدخل في أى تفاعل كيميائي على الإطلاق •

وهكذا ، فالصاروخ الذي قد يتكون من الأجزاء التالية :
(أ) خزان من المادة الدافعة ويحتمل أن تكون أيديروجيا •
(ب) مفاعل أو بطارية ذرية تعمل على درجات حرارة عالية جدا • (ج) وسيط لنقل الطاقة الحرارية من البطارية الى الغاز الدافع • (د) فوهة الصاروخ • ونلاحظ أن البطارية ووسيط التبادل الحرارى قد أخذنا مكان غرفة الاحتراق في الصاروخ العادى •

ويبدو هذا النظام غاية في البساطة ، نظريا ، كما أن له مزايا جذابة جدا ، نظريا أيضا ! فأولا نستطيع حمل كل الطاقة التي نريدها في بطارية ذرية صغيرة ، فالتفاعلات الذرية تحرر طاقة توازي طاقة التفاعلات الكيميائية مليون مرة وقد أصبح ممكنا الآن بناء مكثفات (تستخدم عنصر اليورانيوم المقوى بدلا من العنصر في حالته الطبيعية) طولها بضع أقدام وتستطيع العمل على أى مستوى من مستويات القدرة والمشكلة الكبرى هي اخراج الحرارة من المكثف بالسرعة الكافية حتى لا ينصهر ، ثم نقل هذه الحرارة الى المادة الدافعة ..

وهذه هي المشكلة الهندسية البحتة وهي على جانب كبير من الصعوبة . غير أن هناك مشكلة أخرى لا يمكن تجنبها حين نتعامل مع الطاقة الذرية ، وهي مشكلة الاشعاعات الخطرة فالفاعل الذرى نفسه أصبح خطرا حالما يبدأ فى العمل ، ويستمر مشعا بدرجة خطيرة حتى بعد ابطاله ثانية . وهذا يعنى ضرورة احاطته بدرع ثقيل على الأقل من جهة ملاحى السفينة . وقد دلت الدراسات التى أجريت بهذا الصدد على انه اذا كانت سفينة الفضاء طويلة وضيقة وقد وضع المحرك فى أحد أطرافها والملاحون فى الطرف الآخر ، فان وزن الدروع لن يكون كبيرا للدرجة التى تمنع استخدام هذه الطاقة .

ولكن المشكلة لا تقف عند هذا الحد . ففي ظروف معينة قد يصبح عادم الصاروخ مشعا بدرجة خطيرة . وهذا أمر بالغ

الخطورة فالغازات المتحركة بسرعة عالية تستطيع تلويث مساحات شاسعة . وقد تجعل هذه الحقيقة استخدام الصواريخ الذرية للاقلاع من على سطح الأرض أمرا لا تؤمن عقابه وان كانت لن تمنع استخدامها في الفضاء . ولذلك نعود مرة ثانية الى فكرة السفن المدارية فنستعمل الصواريخ الكيميائية للانطلاق من الأرض والوصول الى السرعة المدارية ونستخدم المحركات الذرية فيما بعد ذلك وعند الهبوط الفعلى على كوكب آخر قد نضطر الى العودة الى الصواريخ الكيميائية مرة ثانية لمنع التلوث المحلى من الغازات المنفوثة .

وقد يكون استعمال الصواريخ الذرية بهذه الطريقة ضروريا لسبب آخر ، وان كان هذا الأمر ما زال من قبيل التكهنات ، فسن المحتمل أن يكون الدفع الذرى أصلىح لاحداث قوة دفع صغيرة لفترة طويلة من الزمن منه لاحداث دفع قوى لفترة قصيرة ولاخراج سفينتنا من مجال جاذبية الأرض يجب استخدام النوع الأخير ، ولذا قد نضطر فى هذه المرحلة لاستخدام الصواريخ الكيميائية وما ان نصل الى الفضاء حيث ينتج أخف دفع وألطفه السرعة المطلوبة فى النهاية ، حتى يتبوا الدفع الذرى مكائته اللائقة .

والآن أصبحت الصورة التى لدينا عن السفن المختلفة اللازمة للسفر بين الكواكب أكثر تعقيدا من أى مقترحات ذكرت لها من قبل مثل تلك التى وردت فى الكتب الخيالية العديدة التى

أوحى بها هذا الموضوع مثلا . ولكننا اذا تدبرنا الأمر مليا
وجدنا أنه لا يمكن أن يكون الا كذلك . فالطيران فى الفضاء
يتضمن مشاكل مختلفة جدا تتغير باختلاف الغرض من الرحلات
الى حد كبير ، ولذلك يجب أن نتوقع عددا كبيرا من النماذج
لسفن الفضاء بقدر ما ظهر من نماذج الطائرات وسيكون هناك
دون شك عدد مماثل من التصميمات المختلفة المذهلة فى يوم
من الأيام .

غير أن هناك صفات يجب أن تتوافر فى كل سبيبه للفضاء .
فيجب عليها أن تهيب لركابها محيطا مريحا ، مزودة اياهم بالهواء
ومحتفظة بدرجة الحرارة الصحيحة مهما كانت الظروف
المحيطة بها ، وعليها أن تحمل مثونة كافية من الماء والطعام فى
أصغر حيز ممكن فكل سفينة تصبح عند اطلاقها فى رحلتها
عالمًا صغيرا مكتفيا بذاته ومعتمدا على مصادره الخاصة كلية .
ولا يستطيع الركاب أن ينتظروا أى مساعدة من الخارج فى
حالة نسيان شئ أو حدوث خلل فى معدات السفينة . وسيكون
الضمان التام والاكتفاء الذاتى هى الأهداف التى يسعى اليها
مصمم السفينة بعد سد احتياجاتها من الوقود والحمل النافع .
ولنبحث أولا مشكلة الهواء اللازم . فنحن على الأرض نقع
على مستوى سطح البحر - تحت ضغط جوى قيمته ١٥
رطلا على البوصة المربعة تقريبا أى ما يكاد يبلغ طنا لكل قدم
مربع من أجسامنا ونحن لا نشعر عادة بهذا الضغط لتعادله

داخل أجسامنا وخارجها • والجسم الانساني يستطيع العمل على مدى واسع من الضغوط يهبط الى $\frac{1}{3}$ الضغط الجوى ويرتفع الى أربعة أو خمسة أمثاله لو أعطى الوقت الكافى لملاءمة الظروف الجديدة • ويتوقف الحد الفعلى لتغير الضغط على طول المدة التى يتعرض فيها للضغط غير العادى ، ومن الواضح أنه فى سفينة الفضاء التى قد تستمر مسافرة أسابيع أو شهورا يجب الاحتفاظ بالضغط على مستوى يناسب سلامة الركاب وراحتهم ، ومع ذلك فليس لزاما أن يكون هذا الضغط بنفس قيمته على سطح البحر وهى ١٥ رطلا على البوصة المربعة بل ان هناك أسبابا وجيهة تدعو لأن يكون أقل ما يمكن عمليا •

فلما كانت سفينة الفضاء فى فراغ تام فليس هناك ضغط خارجى يعادل الضغط الداخلى فيجب أن تكون قووة حتى تتحمل الضغط الداخلى كله وليس بناء وعاء كبير يتحمل ضغطا قدره طن على كل قدم مربع دون أن ينفجر بالشئ اليسير وخاصة عندما يكون الوزن أساسيا • فاستعمال ضغط أقل يسهل البناء ، وهو الى ذلك يقلل من كمية الهواء المفقود بالتسرب ، والتسرب أمر لا مفر منه فى أى نظام للضغط •

ولحسن الحظ لا توجد صعوبة فى ذلك • فان هواءنا يتكون من الاكسجين بنسبة الخمس والاربعة أخماس الباقية أزوت لا يلعب أى دور فى عملية التنفس وهذا يعنى أن الأكسجين

يشارك بضغط ٣ أرطال فقط من ال ١٥ رطلا الكلية . فاذا استخدمنا في السفينة جوا من الأكسجين النقي ضغطه ٣ أرطال على البوصة المربعة فان رئتينا تأخذان نفس الكمية من الغاز كما تأخذان في الظروف المعتادة .

وليس مؤكدا بعد ما اذا كانت الحياة ممكنة لأى مدة فى جو من الأكسجين النقي ضغطه ٣ أرطال على البوصة المربعة . ولكنه مأمون بلا شك لمدة طويلة . وهذه الحقيقة ذات أهمية عظمى لا فى تصميم مقصورات سفن الفضاء فحسب بل وفى تصميم ملابس الفضاء أيضا حيث تقابلنا نفس المشاكل بالإضافة الى مشكلة المرونة المطلوبة فى ملابس الفضاء .

أما وقد قررنا تزويد السفينة بجو من الأكسجين النقي ، فعلى تزويدها بطريقة للتخلص من ثانى أكسيد الكربون الناتج من عملية التنفس . وهناك عدة مواد كيميائية تستطيع القيام بهذه العملية ، منها أيدروكسيد الصوديوم وفوق أكسيد الصوديوم وهذا الأخير لا يمتص ثانى أكسيد الكربون فقط ولكنه يحل الأكسجين النقي محله . وبالإضافة الى ذلك يمكن حمل الأكسجين النقي فى حالته السائلة أو فى أوعية مناسبة .

ومقدار الأكسجين اللازم للإنسان فى الأحوال العادية صغير جدا ، يزيد قليلا عن ثلاثة أرطال يوميا اذا كان يقوم بعمل متوسط متواصل ، أما اذا كان مستريحا أو نائما فيلزمه ١/٣ هذا المقدار ، وبما انه لن يكون هناك نشاط جثمانى كبير داخل

السفينة فان رطلين يوميا مقدار كاف للرجل الواحد .
ومن الضروري كذلك ازالة بخار الماء الزائد من الهواء ،
ويمكن اجراء ذلك بطريقة كيميائية . ولكن هناك طريقة
بسيطة فعالة وهي امرار الهواء فى أنبوبة مثلجة ، فيتكثف الماء
الموجود به .

وفى الرحلات الطويلة جدا تصبح المواد الكيميائية اللازمة
لتجديد الأكسجين كبيرة الوزن . وقد اقترح جديا استخدام
طريقة الطبيعة فى تنقية الجو ، وذلك بحمل نباتات خضراء
مناسبة فى السفينة ومن المعلوم أن النباتات تمتص ثانى أكسيد
الكربون فى وجود ضوء الشمس وبعد تحويله الى مسود
نشوية تطلق الأكسجين ، وهذه الفكرة التى تبدو جذابة لأول
وهلة تفقد بعضا من جاذبيتها عندما نفكر فى التعقيدات الاضافية
ووزن المواد الكيميائية اللازمة لتغذية النباتات .

ومع ذلك فهذا المشروع أو ما يشابهه قد يستعمل فى حالات
معينة . فكثيرا ما تقوم العمليات البيولوجية بأعمال يعجز عنها
الكيمائى . فلا توجد طريقة بسيطة مباشرة لتحويل ثانى
أكسيد الكربون الى أكسجين ثانية ، بينما تقوم بهذه العملية
كل ورقة شجر خضراء فى العالم . وسيحفظ جو محطات
الفضاء والقواعد المبنية على الكواكب نقيًا بواسطة نباتات تربي
خصيصا لهذا الغرض .

وهنا نذكر نتيجة غريبة لانعدام الجاذبية تؤثر على مشكلة

تكييف الهواء فى سفن الفضاء تأثيرا لم يكن فى الحسبان فالغازات التى نخرجها فى الزفير ترتفع عادة الى أعلى لأنها أدفأ كثيرا وبالتالي أخف من الهواء المحيط بها وبذلك يكون الهواء المحيط بأنوفنا متجددا حتى أثناء النوم أو الجلوس دون حركة . ويظهر هذا التأثير بوضوح فى حالة لهب الشمعة اذ بأنها تيار مستمر من الهواء الجديد من أسفل . ولكن مثل هذا التيار لا يمكن أن يحدث فى سفينة الفضاء الموجودة بالمدار الحر ، فهو يعتمد على فرق الوزن . وقد أثبت عمليا (بتصوير شموع مثبتة داخل غرف تسقط سقوطا حرا) أن اللهب لا يشتعل فى انعدام الجاذبية بل يهتق بسرعة فى مخلفات احتراقه المتجمعة .

وهذا يعنى ضرورة استخدام نظام محكم للتهوية الصناعية فى سفينة الفضاء لطرد الغازات الضارة بمجرد تكوينها . كما ان هذا يعد تحذيرا لنا ألا نأخذ الأمور كحقائق مسلم بها فى الفضاء . ويذكرنا بأن الجاذبية قد تكون عاملا هاما حتى فى العمليات التى تبدو غير متعلقة بها .

وبلى مشكلة التموين بالهواء فى الأهمية مشكلة تنظيم درجة الحرارة . « فدرجة حرارة الفضاء ، موضوع يثير كثيرا من الارتباك . والرأى السائد بهذا الصدد هو أن درجة الحرارة منخفضة جدا خارج الغلاف الجوى ، والحق أن العكس أقرب الى الصواب .

فلنتظر فى حالة جسم صلب يسبح فى الفضاء على بعد من الشمس يساوى بعد الأرض عنها • فسيكون أحد جانبيه فى الظل والجانب الآخر فى ضوء الشمس • وهذا الأخير يصبح ساخنا جدا على الأقل إذا كان داكن اللون لامتصاص الموجات الحرارية بسهولة ، وفى الحالة القصوى ، إذا كان الجسم أسود تماما فان درجة حرارة الجانب المقابل للشمس تكون أكبر من درجة غليان الماء ، أما إذا كان هذا السطح أبيض أو مفضضا فانه يعكس معظم الحرارة وبذلك يصبح باردا ••

أما الجانب المظلم (أو جانب الليل) فسيكون باردا على أى حال لأنه يفقد الحرارة باستمرار بالأشعاع دون أن يصله شئ منها ومع ذلك فيمكن أن تقترب درجتا الحرارة القصوى من بعضهما البعض الى حد ما ، إذا كان الجسم موصلا جيدا للحرارة ، وأما إذا كان الجسم يدور حول نفسه ولو بسرعة بطيئة جدا كما هو الوضع المحتمل عمليا فتصبح درجة الحرارة منتظمة على السطح كله ••

وبالإضافة الى ذلك يجب أن نذكر أن مقدارا كبيرا من الحرارة يتولد داخل السفينة بواسطة أجسام الركاب • والسفينة مزدوجة الجدران فى الفضاء تشبه زجاجة «ترموس» ممتازة ، وهكذا فكثيرا ما يكون الأهم هو فقد الحرارة لا الاحتفاظ بها •

وفى رحلة من الأرض الى الزهرة ، تصبح كمية الحرارة

التي تصل الى السفينة من الشمس في آخر الرحلة ضعفها في البداية • وفي رحلة المريخ يحدث العكس • وفوق ذلك فعندما تقع السفينة في ظل كوكب ، الأمر الذي يحدث لجزء كبير من الزمن اذا كانت في مدار قريب منه ، فان أشعة الشمس لا تصلها بالمرّة • وتنطبق هذه الحالة أيضا على ليل الكواكب الحالية من الهواء مثل القمر • ويتضح من ذلك أن السفينة يجب أن تزود بطريقة بسيطة ناجحة لتنظيم ما تفقده من حرارة • ويمكن أن يتم هذا باستعمال شراع • شيش • متحرك فتظهر من الجسم مساحات مفضضة أو سوداء حسب الطلب • وفي فترات الظلام الطويل يجب تزويد السفينة بمصدر داخلي للدفع ، وخير وسيلة لذلك هو احراق الوقود في سخان صغير •

وعموما يمكن القول بأن التحكم في درجة الحرارة لا يشكل مسألة معقدة في الرحلات التي سنقوم بها في عشرات السفن الأولى من السفر في الفضاء • أما في الرحلات التي تقترب كثيرا من الشمس أو تبعد فيما وراء المريخ فهذا الوضع يتغير • على انه حين يحين الوقت للتفكير في هذه الرحلات جديا ، لا بد وأن يكون لدينا الكفاية من الطاقة من المصادر الذرية لاستعمالها سواء في التسخين أو التبريد • وسنعود فيما بعد لدراسة بعض مشاكل الحياة في الفضاء كالملاحة والتوجيه والاتصال وما الى ذلك • ومع ذلك فيجدر بنا قبل ختام هذا

الفصل أن نلفت الأنظار الى أنه على ظهر سفينة الفضاء بما أنه
لن يكون هناك • فوق • و • تحت • أو أى اتجاه آخر مفضل
عن غيره من الاتجاهات اللهم الا خلال فترات التسارع القصيرة
فستكون لدى مصمم مقصورة الملاحين حرية يحسده عليها
المهندسون الأرضيون • فيمكنه تبادل الجدران والأرض
وبوسعهم أن يستخدم الفراغ الموجود جميعا فى أى غرض
يريد • وسفن الفضاء الوحيدة التى تصمم مقصوراتها على
اتجاه معين لأعلى وأسفل هى تلك المستعملة للاقلاع من الأرض
أو التى تستخدم كقاعدة على سطح كوكب آخر •
هذا يفرض أن المسافرين فى الفضاء يمكن أن يعتادوا على
انعدام الوزن • وأن هذا لا يؤثر عليهم تأثيرا ضارا •
وسنبحث هذه النقطة الهامة فى الفصل التاسع • ويكفى أن
نذكر هنا أن الدلائل الطبية تشير جميعا الى أن انعدام الوزن
لن يكون فى حالة خطرة ، وحتى لو وجد كذلك فهناك
طريقة بسيطة للتغلب على هذه المشكلة •

الفصل السابع

الرحلة الى القمر

سنبحث الآن بشيء من التفصيل أولى رحلات الكواكب جميعا وهي الرحلة الى القمر ، ومن حسن حظ الجنس البشرى أن لديه عالما مكتملا على هذا القرب من الأرض ، لتبدأ عملية التجارب . فقبل أن نقصد الكواكب ستكون الفرصة قد سنحت لنا لاستكمال فن السفر فى الفضاء على تابعا الخاص .

وسنفرض أن سفينة الفضاء تبدأ من مدار قريب من الأرض بعد أن تم تزويدها بالوقود بالطريقة الميينة فى اللوحة رقم ٢ . وبما أنها تدور حول الأرض دورة كاملة فى ٩٠ دقيقة فهي تغير اتجاهها تماما بعد ٤٥ دقيقة . فإذا كانت تسير الى الغرب بسرعتها المدارية التى تبلغ ١٨٠٠٠ ميل/الساعة فانها بعد ٤٥ دقيقة تسير الى الشرق بنفس السرعة . ويسمح هذا للقائد بدرجة كبيرة من التحكم وان كان توقفت الاقلاع يجب أن يكون غاية فى الدقة .

ولكنى تصل السفينة الى مدار القمر يجب أن تترك الأرض

بسرعة تقل قليلا عن سرعة الافلات الكاملة أى ٢٤٩٠٠ ميل/الساعة بدلا من ٢٥٠٠٠ وقد يبدو الفرق تافها ، والحق أنه كذلك فيما يتعلق باحتياجات الوقود ، غير أن مدة الطيران تتوقف بصورة حرجة على السرعة الابتدائية حتى ان زيادة عن ١ ٪ على الحد الأدنى للسرعة تختصر مدة الرحلة الى النصف .

فالسفينة تصل الى القمر بعد ١١٦ ساعة اذا بدأت رحلتها من قرب الأرض بسرعة قدرها ٢٤٩٠٠ ميل/ساعة بينما تقطع نفس المسافة في ١٩ ساعة لو بدأت بسرعة ٢٧٠٠٠ ميل/ساعة . ونستطيع أن نفهم السبب في هذا التخفيض الهائل لو ألقينا نظرة أخرى على شكل ٩ فالسرعة الصغرى وهى ٢٤٩٠٠ ميل/الساعة لا توصل السفينة الى القمر فى موقعه البعيد على السطح الأفقى للحفرة الا بالكاد . فهى فى بضعة الآلاف من الأميال الأخيرة من الرحلة فى آخر منحدر الحفرة الأفقى ترحف ببطء شديد . بينما لو بدأت السفينة بسرعة تزيد عن الحد الأدنى فانها تحتفظ بزيادتها المعقولة فى السرعة عندما تقترب من القمر فلا تقطع المسافات الشاسعة بسرعة منخفضة جدا .

وسنفرض أن السفينة تخرج من مدارها الدائرى بتسارع قدره جاذبية واحدة . فبعد ٥ دقائق تكون سرعتها قد زادت الى ٢٤٩٠٠ ميل/الساعة اللازمة للوصول الى القمر (بعد أن كانت ١٨٣٠٠٠ ميل/الساعة) . وفى المراحل النهائية من

الرحلة تخفض قوة المحركات لتعطى تسارعا أقل ، حتى يسهل إجراء التصحيحات النهائية اللازمة في السرعة .

وتتم كل هذه التحركات طبقا لبرنامج قد أعد من قبل لوضع السفينة في مدار تم حسابه قبل ذلك بوقت طويل . ومن المرجح أن تكون العملية كلها أوتوماتيكية تدار من محطات الرادار والمراصد على الأرض ، وتحدد هذه موقع السفينة وسرعتها واتجاهها باستمرار وترسل الاشارات اللاسلكية المصححة الى الطيار الآلى .

وبعد انتهاء الخمس الدقائق الأولى من التسارع تكون أمام السفينة خمسة أيام من الطيران الحر دون محركات . وفي هذا الوقت متسع لإجراء أى مراجعة لمسار السفينة ويمكن إجراء التصحيحات الصغيرة اللازمة في التوجيه في الوقت المناسب .

وفي اليوم الرابع تقترب السفينة من القمر الى حد تبدأ معه جاذبيته في التأثير على مسار السفينة بشكل محسوس . (ونكرر هنا ثانية أن ركاب السفينة لا يشعرون بهذا التأثير الا من دلائل أجهزتهم) . فعلى مسافة ٢٤٠٠٠ ميل من القمر يتزن مجالا جاذبية الأرض والقمر وحتى هذه النقطة تفقد السفينة سرعتها طوال الوقت (حتى وان كانت مائتال توالى الصعود بالنسبة للأرض) . ولكنها بعد ذلك تبدأ في اكتساب السرعة في اتجاه القمر ، فلو تركت لتسقط دون عائق لاصطدمت بالقمر بسرعة قدرها ٥٢٠٠ ميل/الساعة تقريبا .

وبالرغم من الأهمية الواضحة لمشكلة الهبوط على القمر فإنها لم تلق العناية التي تستحقها . ومن الواضح أن هذا الهبوط لا يمكن أن يتم إلا باستخدام القوة الصاروخية ، فلا مجال للتفكير في المراميل الهوائية أو المظلات الواقية . ويظهر أن أكثر الوسائل توفيراً هي السقوط مباشرة نحو القمر واستخدام القوة الصاروخية في آخر لحظة لايقاف السفينة دفعة واحدة . وبهذه الطريقة يكون الهبوط مثل الاقلاع المعكوس تماماً .

والاتجاه الذي يتخذه محور سفينة الفضاء السابحة مستقل عن اتجاه حركتها ، وهذه الأخيرة كمية متغيرة في حد ذاتها وتتوقف تماماً على وجهة نظر الراصد وتدور سفينة الفضاء عادة حول نفسها وقد تنقلب رأساً على عقب أثناء سفرها ما لم تثبت عمداً بطريقة ما . وقد رأينا أن هذا مستحب لمعادلة درجة الحرارة ، وإن كان يزيد من صعوبة المشاهدة والاتصال اللاسلكي . ومن اليسير ابطال هذه الحركات إذا لزم الأمر باستخدام دفعات صاروخية صغيرة توجه في الاتجاهات المناسبة كما يمكن استخدام هذه الصواريخ لوضع السفينة في أى اتجاه نرغب فيه .

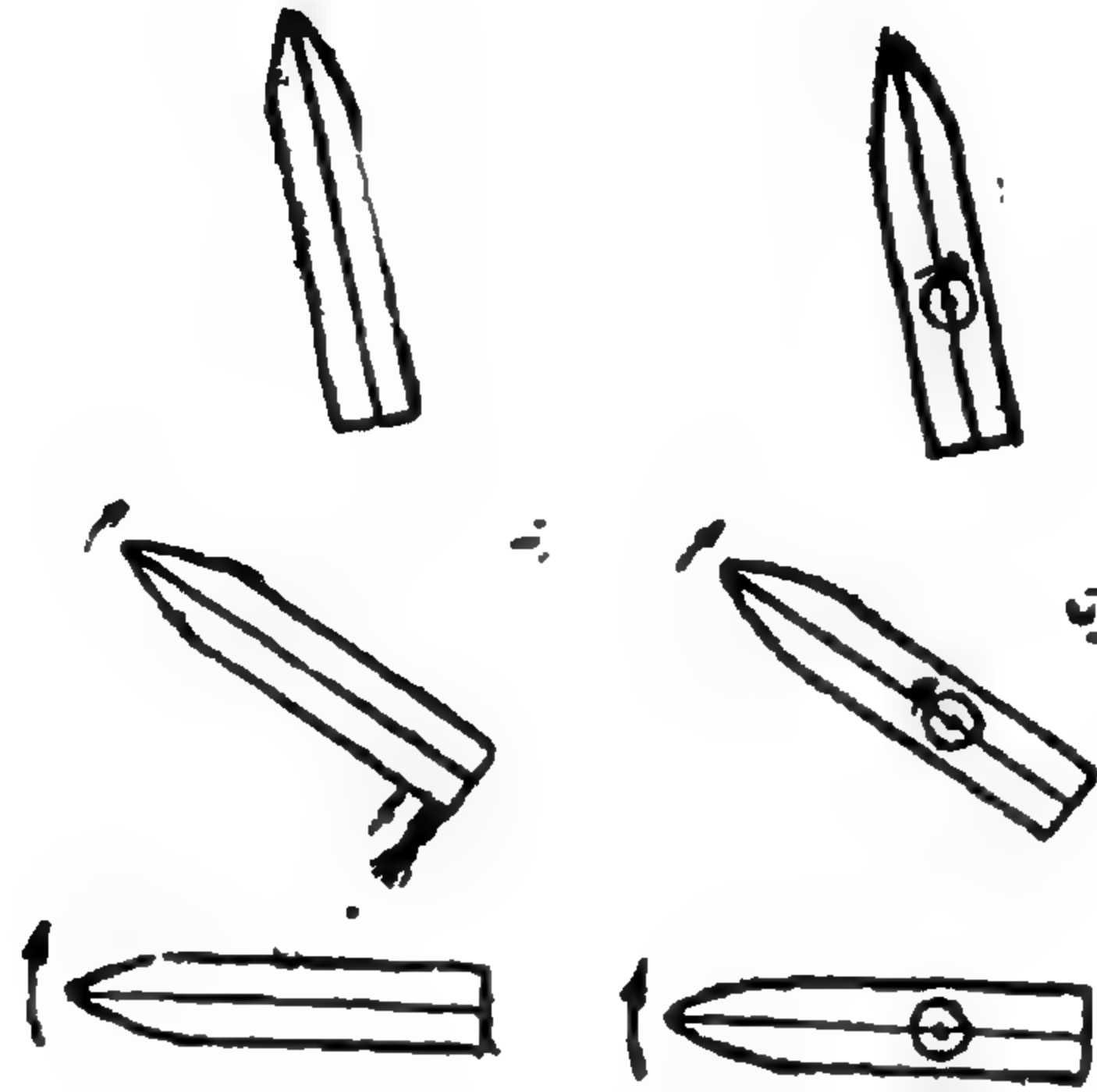
على أن هذه ليست الطريقة الوحيدة للتحكم في وضع سفينة الفضاء ، فهناك طريقة أخرى هي استخدام جيروسكوبات أو حداثات كبيرة الوزن . وشكل ١٢ يوضح الطريقتين . فالرسم العلوى يوضح كيفية ايقاف دوران سفينة فضاء

تدور في اتجاه عقرب الساعة بإطلاق صاروخ في عكس الدوران .
وهذه الطريقة مناسبة للتخلص من الدوران غير المرغوب فيه ،
ولكنها قد لا تكون كذلك اذا كنا نرغب في ادارة سفينة لا
تدور زاوية معينة وبذلك نجعلها تشير الى اتجاه جديد .
فللقيام بهذه العملية الأخيرة بالصواريخ فقط يلزم استعمال
الصواريخ مرتين ، الأولى لابتداء دوران السفينة والثانية
لإيقاف دورانها بعد تحركها بمقدار الزاوية المطلوبة ، وبذلك
يصبح العملية خداعة لا يسهل التحكم فيها .

والطريقة الأخرى تظهر في الرسم الأسفل ، فلنفرض أن
عجلة ثقيلة وضمت عند مركز ثقل السفينة ، وانها في البداية
تكون ثابتة بالنسبة لسفينة الفضاء التي تدور ببطء . فاذا ما أخذ
محرك في ادارة الحداقة في الاتجاه المين في الرسم تقل سرعة
دوران السفينة تدريجيا كلما زادت سرعة دوران الحداقة الى
أن تتلاشى سرعة دوران السفينة نهائيا وينقل الدوران كله
الى الحداقة . وبما أن هذه الحداقة ستكون أصغر كثيرا وأخف
من السفينة ، فمن الواضح أنها يجب أن تدور بسرعة فائقة
لتعطي التأثير المطلوب . وهذا يعنى أنها لن تستطيع التغلب على
سرعات الدوران الكبيرة . ونلاحظ أيضا أنها يجب أن تستمر
في الدوران بعد ذلك فاذا أبطأت فانها تنقل الدوران ثانية الى
السفينة .

وبذلك تكون طريقة الحداقة أصلح ما تكون لتغيير اتجاه

سفينة لا تدور ، ويتم ذلك بإدارة الحداقة فتجعل السفينة تدور
ببطء شديد ثم توقف ثانية عند اقتراب السفينة من الوضع
المطلوب .



(شكل ١٢) إيقاف دوران سفينة الفضاء (١)
بالصواريخ (٢) بالحداقة

واعادة توجيه سفينة فضاء كبيرة باستعمال الحداقات (أو
الجيروسكوبات وهي نفس الشيء في النهاية) ذات الحجم
المعقول سيستغرق دقائق كثيرة ولكن هذا ليس بالعبء الكبير ،
فلدينا من الوقت الساعات أو حتى الأيام للقيام بهذه المناورات .
وقد بحثنا في الشكل المين أعلاه الحركة في مستوى واحد
فقط وهناك بالطبع ثلاث اتجاهات محتملة للدوران ولكن ذلك
لا يؤثر على ما قدمنا من تحليل ، وكل ما في الأمر أننا

سنحتاج الى استخدام ثلاث حدافات متعامدة ، أو حدافة واحدة
يمكن ادارتها فى أى مستوى وهو الأرجح •
ونذكر هنا أيضا أن حركة الملاحين داخل السفينة ستحدث
تغيرات طفيفة جدا فى الدوران وفى اتجاه السفينة • ويمكن
إذا لزم الأمر ، القضاء عليها بوساطة أجهزة أوتوماتيكية تعمل
بجايروسكوبات •

والآن نعود الى سفينتنا وهى تسقط فى اتجاه القمر •
وستفرض أننا باستعمال احدى الطريقتين السالفتى الذكر أو
كليهما ، استطعنا ادارتها بحيث تشير محركاتها فى اتجاه
القمر وباستخدام الصواريخ لحدث تقصيرا فى السرعة مقداره
جاذبية واحدة تتلاشى سرعة سقوط مقدارها ٥٠٠٠ ميل/
الساعة خلال أربع دقائق تقطع السفينة فيها ١٦٠ ميلا • وقد
يبدو من الخطر الانتظار حتى يصبح القمر على هذه المسافة
قبل البدء فى الفرملة - فضلا عن ارهاقه لأعصاب الملاحين -
غير أن هذا مأمون تماما وخاصة إذا أوجدنا احتياطا صغيرا من
القوة لزيادة التسارع العكسى (فباستخدام تقصير قدره ٢ ج
وهى قيمة متواضعة يمكن ايقاف السفينة تماما فى أقل من
دقيقتين تسقط فيهما ٨٠ ميلا)

وسيكون الهبوط كالاقلاع ، أوتوماتيكيا بالتاكيد • فيعطى
مبين رادارى للارتفاع المسافة بالضبط الى القمر كما يبين
سرعة النزول • وتنقل هذه المعلومات الى آلة حاسبة الكترونية

تتحكم فى المحركات • ثم تنزل السفينة طبقا لبرنامج سيسف
اعداده بحيث تقف تماما على ارتفاع يضع أقدام من سطح
القمر •

ومن الطبيعى أن تصور أن صاروخا يهبط بهذه الطريقة
وديله فى المقدمة يكون شيئا بعيدا عن الاستقرار وقابلا
للاتقلاب • ولكن يجب أن نذكر أنه بالنسبة لأجهزة التحكم
الأتوماتيكية لا يوجد فرق أساسى بين الهبوط الرأسى بتقنية
١ (ج) والاقلاع الرأسى بتسارع ١ ج • فإذا استطاعت
الجايروسكوبات وأجهزة التوجيه القيام بأحدى الحالتين - وهى
تقوم بذلك فعلا فى الصاروخ ف ٢ - فيمكنها كذلك القيام
بالحالة الثانية بنفس الاتقان •

أما شكل جهاز الهبوط (أو الجزء الأسفل من الصاروخ)
الذى ستحتاجه سفينة الفضاء القمرية فهو مشكلة طريفة ،
وقد لا تتمكن من حلها نهائيا قبل أن نعرف الشيء الكثير عن
سطح القمر • ومن المؤكد أننا سنكون قد حصلنا على صور
فوتوغرافية مكبرة للسهول القمرية وحددنا كثيرا من المناطق
المستوية نسبيا ستكون صالحة للتلامس عندما نحاول الهبوط على
سطح القمر •

وقد صنعت فعلا للطائرات الهليكوبتر أجهزة هبوط (أو
عربة سفلى) يمكنها امتصاص الصدمات الناتجة عن سرعتها
هبوط تصل الى أربعين قدما فى الثانية ، وهذا يقابل سقوطا حرا

على القمر من ارتفاع ١٦٠ قدما . فاذا أمكن إيقاف سفينة
الفضاء على ارتفاع عشرين قدما من سطح القمر فلن تسكون
هناك صعوبة كبرى في إيجاد جهاز للهبوط يتحمل الصدمة
دون أن يكون ضخما أو ثقيلا . وقد يشبه ذلك المبين في
اللوحة ٢ ، فحتى جاذبية القمر الضعيفة تتطلب شيئا أمتن من
الأجنحة والزعانف الرقيقة التي يبدو أنها الوسائل الوحيدة
لوقوف سفن الفضاء المرسومة في كثير من المجالات !

وفي اللوحة ٣ صورة لسفينة على القمر وعلى بعد بضعة
أميال منها تهبط سفينة ثانية باستخدام فراملها الصاروخية ،
بينما يقوم أحد الملاحين بتصوير شريط سينمائي للهبوط وهو
يرتدى ملابس الفضاء . وإلى يسار السفينة نرى صاريا
للاسلكي (وهو بناء من المطاط ينفخ بالهواء المضغوط ويمكن
تطبيقه) . وهذا الصاري يمكن المستكشفين من الاحتفاظ
باتصالهم بالقاعدة بينما يكتشفون الأراضي المجاورة .

وسنحتفظ ببحث مشاكل الحياة على القمر الى الفصل الحادى
عشر ونتجه مباشرة لبحث رحلة العودة . وستكون السفينة
عند استعدادها للرحيل قد تركت خلفها كل المخزونات التي
تستطيع الاستغناء عنها مع كل المعدات التي لا تلزم للعودة .
ويمكنها أن تغلق في أى وقت تشاء . فلا فضل لأى وقت على
آخر (نظريا يكون اتمام رحلة العودة أسهل قليلا عندما تكون
جاذبية الأرض والشمس في نفس الاتجاه غير أن الوفر في
الوقود يمكن اهماله تماما)

وهناك احتمالان لطريقة العودة • فقد نزيد السفينة سرعتها مباشرة الى سرعة الافلات القمرية وهي ٢٠٠٥ ميل/الساعة وكما ذكرنا من قبل يمكن الوصول اليها في أربع دقائق بتسارع قدرة جاذبية واحدة فقط • وعندئذ تستطيع أن تسافر عائدة الى الأرض على مدار مشابه للذى قطعتة في رحلة الذهاب ومستغرقه نفس الوقت أى خمسة أيام وهذه أبسط الطرق لو كانت السفينة تحمل الوقود الكافى ومن الجهة الأخرى فمن الأرجح أن سفن الفضاء الأولى التى سنهبط على القمر ستفعل ذلك باحتياطى ضئيل من الوقود وقد لا تكاد نستطيع الوصول الى سرعة مدارية • وهذه السرعة فى حالة القمر تبلغ ٣٧٠٠ ميل (أى أن الصاروخ فى ٢ يمكن أن يصبح بسهولة تابعا للقمر) ويمكن بعدئذ إعادة تزويد السفينة بالوقود اما بواسطة ناقلة قادمة من الأرض تنتظرها فى المدار أو بتدبير لقاء مع خزانات تكون هى نفسها قد تركتها فى المدار قبل الهبوط الى القمر •

وهناك الكثير مما يمكن قوله لتحجيز هذا الاجراء الأخير ، لأنه من الواضح أن حمل الوقود اللازم لرحلة العودة كلها الى سطح القمر ثم رفعه مرة ثانية لهو اسراف كبير فى المجهود ومع ذلك فعلىنا أن نتظر لنرى ان كانت هذه الفكرة ستثبت صلاحيتها العملية ، مع افساح المجال للتعقيدات التى تتضمنها والحدود التى تضعها على مدار العودة •

وأثناء سقوط السفينة عائدة الى الأرض خلال خمسة أيام ، ستزيد سرعة السفينة (على الأقل بعد مرورها بنقطة التعادل حيث يتزن مجالا الجاذبية) فاذا لم توقف هذه الزيادة فانها تصل الى الأرض بنفس السرعة التي بدأت بها الرحلة أى ٢٤٩٠٠ ميل/الساعة • ولما كان هذا النوع من السفن سيعود الى مدار دائرى ولن يهبط فعلا الى الأرض ، فان على السفينة أن تفقد ٧٠٠٠ ميل/الساعة من سرعتها لتصل الى سرعة ١٨٠٠٠ ميل/الساعة اللازمة للدوران فى مدار مقفل ويمكنها أن تفعل ذلك بوساطة فرملة مقاومة الهواء التى وُصفناها فى الفصل الخامس مع استعمال قليل من القوة الصاروخية لضبط المدار النهائى اذا اقتضى الأمر • وفى نهاية هذه المناورات التى لا تستغرق أكثر من بضع ساعات تكون السفينة قد عادت الى مدار دائرى مستقر منتظرة اعادة تزويدها بالوقود وصيانتها • أما الملاحون فيمكن انزالهم الى الأرض بوساطة أحد الصواريخ المجهزة الناقلة •

وكما سبق أن قررنا ، فان الرحلة الى القمر (كأي رحلة أخرى بين الكواكب) تصبح أبسط كثيرا اذا لم يكن لزاما علينا حمل الوقود اللازم لرحلة العودة • وحتى اذا تجنبنا الحاجة الى بناء سفينة بالغة الضخامة بتنظيم لقاء مع ناقلة قرب القمر فانه سيكون ضروريا نقل أحمال كثيرة منفصلة كل المسافة من الأرض الى القمر مع الاستهلاك الضخم من الوقود

الذى يعنيه هذا العمل • وستغير اقتصاديات السفر فى الفضاء كلها تغيرا حاسما متى أمكن التزود بالوقود على القمر • وقد يبدو هذا الفرض ضربا من ضروب الخيال ، ومن الواضح أنه لن يكون عمليا قبل تأسيس مستعمرة على القمر تزود بالكثير من المعدات والمنشآت • ولكن السفر فى الفضاء لا بد وأن يؤدى الى هذا النوع من الأشياء تماما لتكون له فائدة تذكر • وستكون أولى أهداف مثل هذه المستعمرة فى الواقع هى البحث عن مواد تصلح كوقود للصواريخ •

وسنبحث الأهمية الهائلة الكامنة فى القاعدة القمرية فى الفصل الحادى عشر غير أنه يجدر بنا أن نشير هنا الى أن لدينا من الأسباب ما يجعلنا نفترض أن كل العناصر الموجودة على الأرض موجودة على القمر وأن كانت دون شك فى مركبات وتوزيع مختلف • وهكذا فالمواد اللازمة لأى وقود نطلبه ستكون فى متناول يدينا اذا أمكن حل مشاكل التعدين والتنقية وما الى ذلك • وعلى الخصوص يرجع أن يوجد الماء فى القمر ولن يكون طبعاً فى حالته السائلة وإنما يكون متجمداً أو فى مركبات كيميائية - وسيكون استخلاصه عملية مباشرة تقريبا ، وعندئذ يمكن استخدامه لتوليد الأكسجين والهيدروجين اللازمين للصواريخ الكيميائية • وهناك احتمال أكبر طرافة وهو أن يستخدم مباشرة دون أى تحويل كمادة دافعة للصاروخ الذرى • وقد لا يكون الماء سائل تشغيل فى

جودة الأيدروجين ، لو نظرنا من جهة الأداء فحسب ، غير
أن سهولة الحصول عليه وتخزينه قد ترجع هذا العيب على
الأقل فيما يختص بسفن الفضاء العائدة من القمر •
وفي هذه الظروف قد يكون استخدام صاروخ ذرى منخفض
الكفاية عرضا أكثر جاذبية من استخدام صاروخ كيميائي يحرق
أنواعا من الوقود الكثير التكاليف والذي يصعب تجهيزه •
وبهذا يصبح القمر نقطة الوثوب الى الكواكب بالمعنى الحرفي
تقريبا •

المصل الثامن

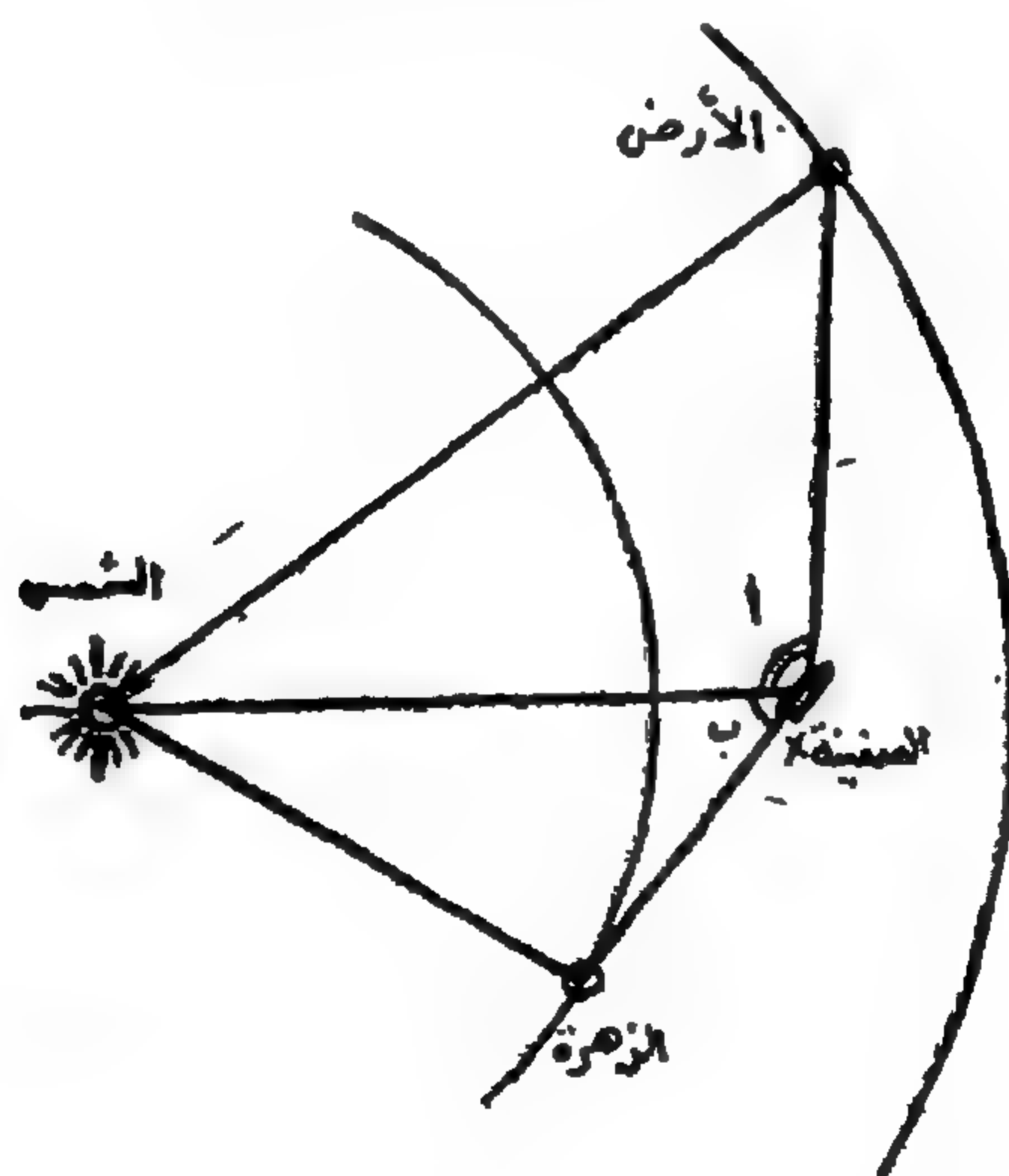
الملاحة والمواصلات فى الفضاء

سبق أن بحثنا فى الفصلين الخامس والسادس أنواع المدارات التى سوف تتبعها سفن الفضاء حتى تصل الى الكواكب • وكما تذكرون فالمشكلة أساسا هى مشكلة الحصول على السرعة والاتجاه المطلوبين فى الوقت الصحيح ثم الانتظار حتى تأتى فترة من الطيران الحر بالسفينة الى مقصدها • وسنبحث فى هذا الفصل بعض المسائل الفرعية الهامة التى يتضمنها هذا العمل •

ومن أكثر هذه المسائل تشويقا موضوع الملاحة ، وهو يتضمن تحديد الموقع والسرعة والاتجاه ، كما يتضمن الاعمال اللازمة لاجراء أى تصحيحات مطلوبة فى مسار السفينة • وبالرغم من أن هذا الموضوع غاية فى التعقيد اذا طرقتنا بأى تفصيل ، الا أن بعض الاجابات يمكن التعبير عنها ببساطة •

فمن ناحية معينة تمتاز سفينة الفضاء على السيارات الأرضية

امتيازاً كبيراً ، فهي دائماً في حالة رؤية ممتازة - فالسمااء الممتلئة
 بالنجوم كلها في متناول يد الراصد • والنجوم في حد ذاتها
 تزودنا بإطار ثابت يمكن للراصد أن ينسب مشاهداته اليه ،
 ولكنها لا يمكن وحدها أن تفيدنا بأكثر من ذلك لبعدها الشاسع •
 لتحديد الموقع الفعلي للسفينة يلزمنا رصد الشمس والكواكب •
 وسيكون لدى ملاح سفينة الفضاء ، كـمـالـح أى سفينة
 أخرى « المُنَاك » (أو تقويم) يحتوى جداول تبين مواقع
 الكواكب فى أى وقت • وشكل ٣ يبين كيف يمكنه استخدامه
 لتحديد موقع سفينته • (وسنفرض للتبسيط أن السفينة
 والكواكب تقع فى نفس المستوى • ولا يعتمد هذا الفرض عن
 الحقيقة كثيراً كما أن تصحيح الخطأ الناتج لا يسبب أى صعوبة



شكل ١٢ ، تحديد الموقع فى الفضاء

عملية) • ولنفرض أن الزهرة والأرض هما أنسب كوكبين للمشاهدة •

فبوساطة آلة السدس (Sextant) أو أى جهاز آخر سيحل محله فى علم السفر الى الفضاء يقيس الملاح أولا الزاوية (ا) بين الشمس والأرض • ولما كان يعرف من التقويم موقع الأرض بالنسبة الى الشمس فيمكنه تحديد خط الأرض - الشمس ثم يقيس بعد ذلك الزاوية (ب) بين الزهرة والشمس وبما أن خط الشمس - الزهرة معروف أيضا فيمكن تحديد موقع السفينة فى (س) بالقواعد الهندسية البسيطة •

وحيث أنه قلما توجد أقل من ثلاثة كواكب وكثيرا ماتوجد خمسة كواكب لامعة وفى متناول يد الراصد ، يتضح أن هذه الطريقة مفيدة جدا فضلا عن بساطتها المتناهية •

وثمة طريقة أخرى وان لم تكن بنفس الدقة لتحديد الموقع، وهى قياس الحجم الظاهرى للشمس والكواكب • وبما أن أقطارها معروفة فان هذا يحدد بعد السفينة عن كل منها وبذلك يحدد موقعها فى الفضاء وتصبح هذه الطريقة ذات قيمة خاصة أثناء الاقتراب من أى كوكب عندما يصبح قرصه كبيرا نسبيا • فالقياسات البسيطة بآلة السدس تعطى المسافة بدقة حتى تقترب السفينة عندئذ يتولى رادار منخفض القسوة قياس المدى •

ومن الواضح أن ملاح الفضاء سيرغب فى معرفة أشياء

كثيرة ، وموقعه ليس الا واحدا منها • فسرعة السفينة واتجاهها على نفس الدرجة من الأهمية • ويمكن ايجاد السرعة والاتجاه بعمل قياس ثان لتحديد الموقع بعد مدة من الزمن ولكن أى طريقة لايجاد السرعة والاتجاه فورا ستكون ذات قيمة كبيرة • ولا نعرف طريقة فلكية بسيطة للقيام بذلك الا اذا أمكن الانتفاع بتأثير دوبلر وهو التغير فى تردد الضوء الناتج من الحركة نحو المصدر أو الابتعاد عنه وهذا التأثير صغير جدا على السرعات التى قد تصل إليها سفن الفضاء بحيث يصبح قياسه بدقة من الصعوبة بمكان •

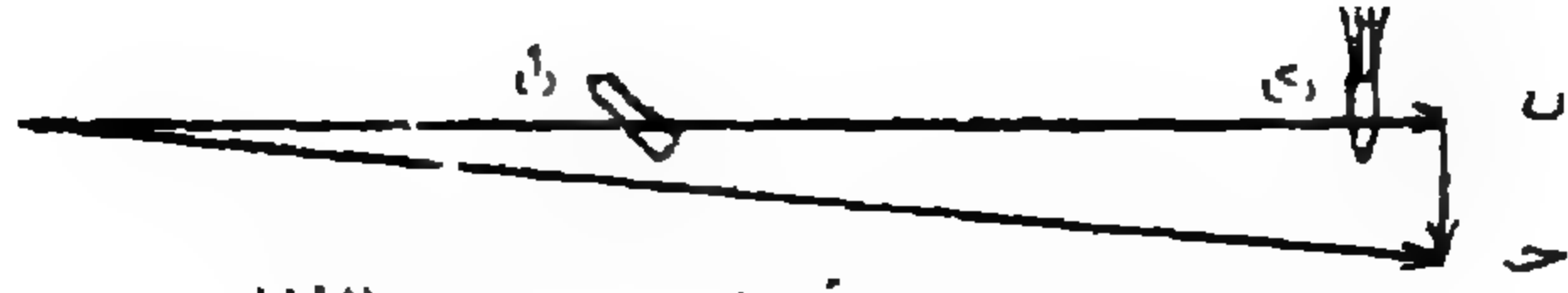
غير أن هناك طريقة عملية أكثر من ذلك تتضمن استعمال محطات للرادار على الكواكب • فلنبحث حالة مبسطة : اذا كانت سفينة الفضاء قريبة من الأرض وكانت هناك محطة أرضية ترسل اشارات متقطعة فى فترات منتظمة ولنقل انها ألف اشارة فى الثانية ، فلو كانت السفينة تتحرك نحو الأرض فانها ستستقبل أكثر من ألف اشارة فى الثانية ، واذا كانت تبعد عنها ستستقبل أقل من ذلك ، ويمكن للأجهزة الإلكترونية الحديثة أن تقوم بهذه القياسات بدقة عظيمة • ولا شك أنه ستوجد فى يوم من الأيام منارات لاسلكية على الكواكب وربما فى الفضاء لمساعدة « ملاحى النجوم »

ومتى أمكن لسفينة الفضاء التأكد من موقعها وسرعتها واتجاهها أو متى حددت موقعها مرتين بدقة كافية فى فترتين

متباعدتين بالدرجة الكافية ، فان موقعها في المستقبل يمكن أن يحدد نظريا تحديدا كاملا من قوانين ميكانيكا الأجرام السماوية • فالسفينة في مسارها أسيرة جاذبية الشمس لا يمكنها ترك مدارها للكواكب والمذنبات الى أن تدار محركاتها ثانية • غير أن الحساب الفعلي للمدار سيكون عملا معقدا يستلزم استخدام آلات حاسبة الكترونية أكبر من أن تحمل في سفينة الفضاء ويحتمل أن يلقي عبء هذه العملية على ماكينات على الأرض تقوم بارسال نتائجها باللاسلكي الى سفينة الفضاء بعد دقائق من استلام ملاحظاتها •

وسيحداث على فترات طويلة أثناء الرحلة أن يتضح أن موقع السفينة الفعلي قد بدأ في الانحراف عن المدار الذي يجب أن تتبعه ، بسبب الأخطاء التي لا بد أن تحدث في الفترة الابتدائية من الطيران بالمحركات • وقد يصبح من الضروري تغيير اتجاه السفينة أو سرعتها أو كليهما لعمل التصحيح اللازم •

وقد سبق أن بينا أن اتجاه سفينة الفضاء أو وضع محورها لا علاقة له باتجاه حركتها • فيمكنها أن تدور أن تسير في الفضاء بأي طريقة دون أن تتأثر بذلك سرعتها أو اتجاه حركتها • ولتغير هذا الوضع يجب استخدام الصواريخ بالطريقة المبينة في شكل ١٤



شكل ١٤ . يعبر سرعة وإتجاه سفينه الفضاء

فلنفرض أن سرعة السفينة واتجاهها يمثلان مقداراً واتجاهاً بالخط أ ب (ويسمى مثل هذا الخط كمية متجهة (Vector) وفي اللحظة التي تعيننا يكون وضع السفينة كالمين في النقطة (١) ولنفرض الآن أن الحساب قد أظهر أن السرعة والاتجاه يجب أن تكون على الخط أ ج فإن مبادئ علم الديناميكا تدلنا على أنه لا إعطاء السفينة السرعة والاتجاه المطلوبين يجب أن نعطيها سرعة في الاتجاه ب ج بتناسب مقدارها مع المسافة ب ج . ويمكن القيام بذلك بإدارة السفينة الى الوضع المين في (ب) وإطلاق صواريخها الزمنية المحسوبة . ويجب أن نؤكد هنا أن التغير المطلوب في الاتجاه في الظروف العادية لن يزيد عن درجة كافية الا فيما ندر وبذلك تكون الطاقة اللازمة للتصحيح صغيرة جداً . وعند هذه النقطة قد يتساءل أحدهم عما هو مقصود بسرعة سفينة الفضاء واتجاهها ؟ وبالنسبة لأي مرجع نقيسها ؟ وهذا السؤال غاية في الأهمية فإن قليلاً من التفكير يظهر أنه لا معنى للكلام ببساطة عن سرعة سفينة الفضاء دون أن يضاف الى هذا أي معلومات أخرى .

ولننظر مثلاً في أمر سفينة بين الأرض والمريخ ، فالراصدون على المريخ بعد سلسلة من القياسات الدقيقة قد يقررون أن السفينة تقترب منهم بسرعة ١٢٥٧٠ ميل/الساعة ، بينما تبين مشاهدات مأخوذة على الأرض بنفس الدقة أنها تبعد بسرعة ٨٤٩٠ ميل/الساعة وستعطى قراءات الراصدين في الكواكب الأخرى نتائج مختلفة أيضاً ، فلا توجد نقطتان ثابتتان بالنسبة لبعضهما البعض في المجموعة الشمسية ، وستكون كل هذه القياسات مساوية في الصحة فبأيها تأخذ سفينة الفضاء ؟

والاجابة على ذلك هي : ما يناسبنا عملياً ، فسفينة للفضاء تنطلق من الأرض يهتما أولاً سرعتها بالنسبة للأرض ، على الأقل في الساعات القليلة الأولى من الطيران ، لذلك تستخدم هذا الجسم كمرجع للقياسات . وبعد بضعة أيام عندما تتقدم في رحلتها وتصبح جاذبية الأرض ضعيفة تصبح الشمس هي المرجع الطبيعي وخاصة لأن مسار السفينة الآن يصبح تقريباً تحت تحكم جاذبية الشمس تماماً وعند الاقتراب من الكوكب المقصود يتغير مرجع القياسات مرة أخرى ، فالملاح الآن يهتم أكثر ما يهتم بالمناورات التي تؤدي الى هبوطه على الكوكب . وهناك تشبيه أرضي مناسب وهو حالة طائرة تطير من حاملة طائرات الى الأخرى ففي لحظات الهبوط والاقلاع يكون أهم ما يشغل بال الطيار هو سرعته بالنسبة لسطح الحاملة ، وعندما يصبح في الجو فوق سطح البحر فالذي يهيمه عندئذ لأغراض

الملاحة هو سرعته الأرضية •

وقد افترضنا فى كل مناقشتنا حتى الآن أن مدارات الكواكب ومدار سفينة الفضاء تقع فى نفس المستوى ولكن هذا « تقريب أول » كما يسميه الرياضيون • فإن مدارى المريخ والزهرة وهما الكوكبان اللذان نهتم بهما أكثر من الباقين ، يميلان فى الواقع على مدار الأرض بزوايا قدرها ١٩° ، ٣° على التوالى • وقد تبدو هذه المقادير صغيرة جدا ، ولكن - لعظم المسافات المعنية - فإن اهمالها يجعل سفينة الفضاء فى آخر الرحلة تصل « فوق » أو « تحت » الكواكب بما يقرب من ٥٠٠٠ ر.هـ ميل ولتصحح هذا الوضع يحسن اجراء تغير بسيط فى الاتجاه عند منتصف الرحلة تقريبا ويكون هذا التغير بمقدار درجة كافية ولكنه ينتج التعويض المطلوب خلال المسافات المعنية •

وقد ذكرنا عدة مرات فائدة الراديو والرادار فى الفضاء ، وهذا موضوع له نفس أهمية بناء المحركات الصاروخية ذاتها تقريبا • حقيقة أنه من غير الصواريخ يصبح السفر بين الكواكب مستحيلا « على الأقل حسب معلوماتنا الحاضرة » ولكنه من غير اللاسلكى سيعرقل عرقلة شديدة • فلن تكون هناك وسيلة للتحكم فى قذائفنا الأولى الموجهة التى لا يقودها أحد ، أو للحصول على المعلومات منها ، ولن نستطيع الاتصال بسفن الفضاء أو ارسال التعليمات الملاحية اليها •

ولنصحح فورا خطأين شائعين عن اللاسلكى ، فأولا

تستطيع أمواج اللاسلكى الانتقال فى الفضاء المفرغ مثلها فى ذلك مثل باقى الاشعاعات الكهرومغناطيسية والأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما وغيرها وقد ثبت هذا عمليا فى المجال الفلكى قبل أن ينجح سلاح الإشارة بالولايات المتحدة سنة ١٩٤٦ فى الحصول على أصداء رادارية من القمر بزمن طويل • وفى سنة ١٩٣٢ اكتشف كارل جانسكى « ضوضاء » لاسلكية وقد أثبت أن مصدرها خارج المجموعة الشمسية بكثير حيث انه لم ينتقل (Karl Jansky) انتقالا محسوسا فى السماء أثناء سير الأرض فى حركتها السنوية • ويظن أن مصدر هذه الاشعاعات فى النجوم أو السدم الموجودة فى المجرة غير أن بحثها بالتفصيل هو أعظم مهام العلم الجديد « لاسلكى الفلك » فإذا كان لدينا أجهزة إرسال قوية بالدرجة الكافية وأجهزة استقبال حساسة بالدرجة الكافية يمكننا إرسال اشارات لاسلكية من أى نوع (كاشارات مورس والصوت والصور الفوتوغرافية والشبقيات والرؤية الخ) عبر أى مسافة فلكية •

وثانيا يختلط على كثير من الناس لوجود طبقة هيفسايد أو الأيونوسفير التى تعكس اشارات اللاسلكى الى الأرض ثانية كما ذكرنا فى الفصل الثانى وبذلك تجعل الاذاعة على المدى البعيد ممكنة • على أن هذه الطبقة لا تعكس سوى الموجات التى يزيد طولها عن مقدار حرج معين • وهذا المقدار يتوقف

على عوامل كثيرة ويكون عادة حوالى عشرة أمتار • أما
الموجات الأقصر من ذلك فتمر خلال الأيونوسفير دون أى
مقاومة تذكر ، ويمكن استخدامها لأغراض المواصلات بين
الكواكب •

« ونافذتنا » على الفضاء هذه تمرر مدى هائلا من الترددات
اللاسلكية يغطى كل خدمات التليفزيون والرادار ويمتد
بشغرات قليلة خلال الموجات الستيمترية والمليمترية الى الأشعة
تحت الحمراء حتى الضوء المنظور نفسه • أما الموجات الأقصر
من ذلك (كالأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية الخ)
فلا يمكنها المرور خلال الغلاف الجوى لأن الهواء معتم بالنسبة
لها • (لا تصل الى سطح الأرض مختربة الجو من الأشعة
فوق البنفسجية فى طيف الشمس الا أطولها ، ولولا أنها
تحتجز بعيدا جدا فوق رؤوسنا لما كانت الحياة كما نعرفها ممكنة
على سطح هذا الكوكب ولأخذ التطور طريقا آخر) •

نستطيع اذا أن نقول فى اطمئنان أن علم السفر فى الفضاء
سيكون لديه كل الموجات التى قد يرغب فى استخدامها فهذا
المدى من الترددات يمكن أن يحمل ما يقرب من بليون
دائرة للحديث دون تداخل ! وتصبح المسألة هى هل يمكننا
أن نأمل فى ارسال اشارات يمكن تمييزها على مسافات كالأبعاد
بين الكواكب •

وفىما يختص بجارنا القريب القمر يمكن الاجابة على ذلك

فورا فيمكن الاتصال بالبعثة القمرية باستخدام أضعف أجهزة إرسال الموجات القصيرة مع هوائي متوسط . أما إرسال اشارات تليفزيونية بوساطة الجهاز الضعيف نسبيا الذي ستستطيع سفينة الفضاء أن تحمله فسيكون أصعب قليلا وان كان ممكنا .

وعند بحث المدى بين الكواكب تصبح مشكلة القدرة أدق كثيرا بالطبع . فالزهرة بما انها تكون - في أقرب وضع - أبعد من القمر مائة مرة ، فانا نحتاج الى عشرة آلاف ضعف القدرة المستخدمة في جهاز معين للحصول على نفس المستوى من النتائج . غير أن القدرة وحدها ليست هي الحل الوحيد لهذه المشكلة . فكثير من الناس قد شاهدوا الأبنية المعدنية الكبيرة ، وقد تصنع من شبك السلك التي تشبه مدافع كهربائية مكبرة ، وهي تستخدم في بعض أنواع الرادار ، وما هي الا مرايا لاسلكية لتجميع الاشارات الواردة أو تركيز الاشارات الصادرة . وباستخدام مثل هذه المرايا وجعلها كبيرة بالدرجة الكافية يمكن زيادة المدى دون رفع القدرة .

ومن المعقول أن نفرض أن سفينة الفضاء يمكنها حمل مثل هذا المجمع مطويا كالشمسية وله مساحة فعالة أكثر من ياردة مربعة . ويمكن استخدام مرايا أكبر كثيرا في المحطات الأرضية (وفي الواقع أنشئت فعلا مرايا تبلغ مساحتها ٣٠٠٠ ياردة مربعة لاستعمالها في الأبحاث الفلكية) ويمكن باستعمال

منشآت كهذه ارسال الحديث الى المريخ أو الزهرة دون صعوبة كبيرة أما رسائل الشفرة (وهي تتطلب قدرة أقل كثيرا) فيمكن أن تصل الى المشتري على الأقل .

ويحتمل أن يكون العامل الذي يحد من مدى اللاسلكي في الفضاء هو التداخل من المجرة ، الذي سبق ذكره . فهي تحدث تشويشا اذاعيا قد يطغى على صوت أجهزة ارسالنا في المسافات البعيدة . • وزيادة حساسية أجهزة الاستقبال يعنى استقبال ضوضاء اذاعية أكثر وبذلك لن يتحسن الحال . على ان هذا العامل لن يضايقنا كثيرا اذا كنا نبحت ارسال الاشارات في المدى القصير نسبيا الموجود في المجموعة الشمسية !

أما التحديد الذي سيكون سببا للمضايقة فهو السرعة المحدودة للموجات اللاسلكية . فالرسالة تستغرق ثابنتين ونصف الثانية للذهاب الى القمر والعودة وهي تسير بسرعة ١٨٦٠٠٠ مبل/الثانية ، فاذا كنا نتحدث مع شخص على القمر فسيوجد هذا التأخير الزمنى القصير قبل وصول الرد (وقد أوضحت هذه النقطة جيدا في فيلم الهدف - القمر) • ويزداد هذا التأخير في المسافات بين الكواكب بحيث يصبح الحديث بمعناه هذا غير ممكن - اذ يستغرق وصول الرد من الزهرة والمريخ خمس دقائق وتسع دقائق على التوالي حتى اذا كانا على أقرب مسافة لهما من الأرض !

وهذه الصعوبة أساسية ، ولا علاقة لها بنقائص أجهزتنا في

الوقت الحاضر • وما لم نكتشف طريقة لنقل الاشارات بسرعة الضوء (الأمر الذى تقرر النظرية النسبية استحالة) فلن يتمكن أحد من أن يتحدث أبدا بالمعنى المفهوم للكلمة مع شخص آخر على كوكب آخر • وقد يستطيع الشخص أن يسمع صوت صديق من المريخ ، ولكن الكلمات التى تصل الى الأرض تكون دائما قد قيلت قبل ذلك بأربع دقائق على الأقل •

ومما يستحق الذكر أن استعمال الموجات الضوئية قد يكون أنسب من اللاسلكى لبعض الأغراض الخاصة فيمكن تكييف شعاع من الضوء بالكلام (Modulation) وقد استخدم الضوء فى الهليوجراف لارسال اشارة مورس قبل اختراع الراديو بمدة طويلة • وباستخدام كشافات قوية كأجهزة ارسال واستخدام مرايا تمرر الضوء الى خلايا ضوئية كهربائية حساسة يمكن الاحتفاظ بالاتصال على مدى ملايين الأميال • والعامل الذى يحد المدى فى هذه الحالة هو الأضواء الخلفية للنجوم والسدم •

وقد سبق أن ذكرنا استخدام الرادار أثناء الاقتراب من أى كوكب ، و لاشك أنه سيلعب دورا هاما فى سبر أغوار الأجواء الكثيفة مثل جو الزهرة والكواكب العملاقة عند ارسال سفن لاستكشافها وكثيرا ما تقدم بعضهم باقتراح أن تحمل سفينة الفضاء رادار لتحذيرها من اقتراب الشهب حتى تقوم بالاجراءات

اللازمة لتفاديها في الوقت المناسب • ولكن بحثا قصيرا جدا
يبين أن هذا المشروع يشبه مشروع الفارس الأبيض لتركيب
خلاخيل مسننة حول أقدام فرسه لحماية من هجمات سمك
القرش • فإن الشهب صغيرة لدرجة أنه لا يوجد جهاز للردار
يستطيع اكتشافها قبل جزء من الثانية من الارتطام - وهي فترة
انذار لا فائدة منها • وسترى في الفصل التالي على أي حال
أنها من النادرة بحيث لا تشكل خطرا كبيرا على السفر في
الفضاء •

الفصل التاسع

الحياة فى سفينة الفضاء

ذكرنا فى فصول سابقة عددا من المشاكل الفنية التى يجب التغلب عليها قبل أن يتمكن الانسان من الحياة والعمل دون عناء فى سفن الفضاء • وقد بحثنا فى الفصل السادس أكثر العوامل أهمية وهما تكييف الهواء والتحكم فى درجة الحرارة ••••• وعلىنا بالإضافة الى ذلك أن نبحت مشاكل التزود بالطعام والماء والأخطار الطبيعية الناتجة عن الاشعاعات الخطرة والشهب والمشاكل الطبية والنفسانية التى قد تنشأ تحت ضغط هذه الظروف غير الطبيعية •

ولنفحص أولا العوامل الطبيعية الخاصة ، سفينة الفضاء خارج الغلاف الجوى تتعرض باستمرار لوابل من أشعة الشمس المنظورة وغير المنظورة والأشعة الكونية الغامضة والشديدة التغفل التى يبدو أنها تصل إلينا من جميع الاتجاهات • والأثر الوحيد لأشعة الشمس لن يعدو تدفئة السفينة فهى لا تستطيع اختراق أقل سمك من الجدران ، وهناك شئ واحد

يجب أن نحتاط منه ، وهو الأشعة فوق البنفسجية الخطرة التي يمكن أن تسبب حروقا شديدة • وستمر هذه الأشعة خلال نوافذ وفتحات السفينة ما لم تكن مصنوعة من مادة خاصة • ولحسن الحظ توجد أنواع من الزجاج المعتم بالنسبة لهذه الأشعة ولكنه يسمح بمرور الضوء العادي •

أما الأشعة الكونية فلن يصددها الا لوح من الرصاص سمكه ياردة • وحتى هذا السمك تخترقه الأشعة القوية منها • ومصدر هذه الأشعة بل وتركيبها ما زالت تكتنفه الشكوك • وان كان يبدو أنها جزئيات مشحونة (قد تكون بروتونات) تسير بسرعات أقل قليلا من سرعة الضوء • وعند دخولها الى الجو ينتج عن اختراقها لطبقات الهواء مجموعة معقدة من الاشعاعات الثانوية وبذلك فالغلاف الجوى يعمل جزئيا كدرع واق وفي نفس الوقت كمصدر لأشعة اضافية بنفس الطريقة التي يصبح بها جدار من الطوب أصابته قذيفة مدفع مصدرا لعدد كبير من القذائف الثانوية •

وبالرغم من أننا نقضى كل حياتنا تحت هذا القصف ، الا أنه لا توجد دلائل على أنه يسبب لنا أى أضرار جثمانية ، وتزايد كثافة الاشعاع على الارتفاعات العليا وتصل الى حد أقصى على ارتفاع ١٢ ميلا تقريبا حيث تصبح خمسين ضعفا لقيمتها على سطح البحر • وبزيادة الارتفاع بعد ذلك تبدأ الكثافة في

التناقص ثانية حتى تصل الى مستوى ثابت يوازي الكثافة عند سطح الأرض خمس عشرة مرة .
ومع أن آثار الأشعة الكونية في الفترات الزمنية الطويلة كأسابيع الطيران في رحلة بين الكواكب ما زالت مجهولة .
الا انه من المستبعد أن تشكل خطرا جديا . وقد قضى طيارو الارتفاعات العالية ساعات كثيرة - قد يصل مجموعها الى أيام في بعض الحالات - على ارتفاعات تكون فيها كثافة الأشعة الكونية مثل قيمتها في الفضاء الحر على الأقل . وقد احترق رجلان طبقة الكثافة العظمى وقضيا عدة ساعات فوقها دون أثر ضار وهما ستيفن واندرش في البالون الستراتوسفيري المستكشف الثاني سنة ١٩٣٥) ومما يستحق التسجيل أن عددا من ذباب الفاكهة « الدروسوفيل (Drosophila) » وهو المادة الخام التقليدية لعلماء الوراثة قد استعيد سالما بعد رحلة في صاروخ من طراز ف ٢ . ونال بذلك شرف الأولوية في السفر خارج الغلاف الجوي بالنسبة للكائنات الحية ! وبذلك يتضح أن خطر الأشعة الكونية ليس الا واحدا من تلك الأخطار التي طالما هددت كل مشروع ناشئ ويمكن أن نضعها في طبقة واجدة مع الوحوش البحرية الهائلة التي لا شك في أن أصدقاء كولومبس المخلصين كانوا يحذرونه منها .

أما الشهب فهي ليست خرافية بالتأكيد ، فقد أحدث اصطدامها في بعض الحالات ثقوبا في القشرة الأرضية يبلغ

مسافة بوصة أو نحو ذلك أن يعمل كدرع يزود السفينة بعامل
أمن كبير .

ويجب أن نشير هنا الى أنه حتى اذا احترق شهاب جدران
السفينة فعلا فان ذلك لن يكون خطيرا في معظم الأحوال .
واذا ثقت غرفة الضغط نفسها بوساطة شهاب متوسط الحجم
فيمكن سد الثقب الناتج باستعمال شفاطات (مثل كتوس الهواء)
قبل فقدان الكثير من الهواء . كما يمكن بناء حوائط تسد فيها
الثقوب تلقائيا على المبدأ المستخدم في خزانات وقود الطائرات
المعدة ضد الطلقات اذا اتضح لزوم ذلك ، وان كنا نستبعد
الحاجة الى مثل هذه الخطوات الشديدة .

أما الشهب « العملاقة » النادرة التي يزيد قطرها عن
البوصة فمن المحتم ألا نحتاج لاتخاذ احتياطات لصدها . فان
على سفينة الفضاء المتوسطة الحجم أن تنتظر ملايين عديدة من
السنين قبل أن تصطدم بمثل هذا « الوحش » والشهب الأكبر
من ذلك أندر وقوعا بالطبع .

وعلى النهاية الأخرى من المقياس ينتظر بعد أن تكون السفينة
قد عملت لفترة كبيرة من الزمن أن يحدث غبار الشهب تقوبا
صغيرة عديدة في الجدران تزيد من فقد الهواء الطبيعي خلال
البناء . ولا يمكن اكتشاف مقدار هذا التأثير الا بالتجربة وقد
لا يتطلب علاجه سوى اضافة طبقة من الطلاء .
والشهب ليست المادة الوحيدة الموجودة في الفضاء وان

كانت أصغر الأجسام الصلبة به • فبالإضافة الى ذلك هناك غاز خفيف بدرجة لا يتصورها العقل ممتد في الفراغ بين الكواكب بل وبين النجوم • وهو يتكون كليا من الأيدروجين تقريبا وتبلغ كثافته جزءا من ألف مليون مليون مليون من كثافة الهواء على مستوى سطح البحر • ويعتبر هذا بالطبع فراغا تاما عمليا • ومن المؤكد أن هذا الغاز « البين النجمي » (ان تكون له أهمية بالنسبة للسفر بين الكواكب وان كان قد لا يؤثر تأثيرا محسوسا عندما نفكر في السفر الى النجوم ، كما سترى في الفصل السادس عشر • ونحن نذكر هذا الغاز هنا لأنه يثير من جديد مسألة درجة حرارة الفضاء • فهذه الذرات من الأيدروجين تتحرك بسرعات كبيرة جدا • وهى سرعات تتناسب فى أى غاز تحت الظروف العادية مع درجة حرارة تبلغ ٢٠٠٠٠ درجة فهرنهايت أو تزيد • ومع ذلك فنظرا للانخفاض البالغ فى كثافة الغاز فان كمية الحرارة الموجودة به مهمة تماما ، وليس لوجودها أدنى تأثير على سفينة الفضاء • وقد كتب أحد الصحفيين منذ بضعة أعوام مقالة مثيرة - بعد أن قرأ أن درجة حرارة الفضاء تبلغ آلاف عديدة من الدرجات - قال فيها ان الأرض محاطة بنطاق من النيران وان السفر بين الكواكب مستحيل • وستكون تجربة مسلية أن يؤخذ هذا السيد (مع تموينه من الهواء طبعا) ويغمر فى الغاز البين النجمي الذى تبلغ درجة حرارته ٢٠٠٠٠ درجة

فهرنهايت دون أى مصدر آخر للدفع فلعله يتعلم أن يقدر الفرق بين « درجة الحرارة » و « الحرارة » نفسها قبل أن يتجمد جسمه من البرد ! فذرات الأيدروجين التى تقابلنا من حين لآخر وان كانت على درجة حرارة مرتفعة جدا ، الا أنه يجب أن تجمع من حجم هائل من الفضاء حتى تكفى لغلى ملء كستبان من الماء وهناك حالة تشبه هذه الرحلة الى حد كبير تقابلنا عند استعمال الألعاب النارية التى تستخدم داخل المنازل وتعرف باسم « الشمس والقمر » ، فهذه الصواريخ تطلق بجوما لامية على درجة حرارة تكفى للتوهج الا أنها لصغرها البالغ قد تسقط على اليد دون أن تولد أى احساس بالحرارة . وينطبق نفس الشيء على غازات الطبقات العليا من الغلاف الجوى ، فهى على درجات حرارة تبلغ ٣٠٠ درجة فهرنهايت . وبالرغم من أنها أكتف من الغاز البين النجمى بملايين المرات ، الا أنها ما زالت مخلخلة لدرجة ألا تعطى أى حرارة للجسم اذا غمر فيها .

وقبل أن نترك هذا الموضوع ، فان من الشائق أن نحاول تقدير كمية المادة الموجودة فى حجم من الفضاء يساوى حجم الكرة الأرضية . والاجابة هى : حوالى ربع أوقية من الشهب ومن أوقيتين الى ثلاثة من الأيدروجين ! ولعل هذه الأرقام توضح خيرا من أى شىء آخر فراغ الفضاء .

وننتقل الآن الى الموضوع الذى أعطى اسم « طب الفضاء »

تشبها بأخيه الذى لا يكبره كثيرا والمسمى « طب الطيران » ،
فنحن وان كنا قد نستطيع حل المشاكل الهندسية البحتة فى علم
السفر فى الفضاء الا انه سيكتب علينا البقاء الى الأبد على
كوكبنا الأصلي اذا لم نستطع التغلب على الصعوبات الفسيولوجية
كذلك . وعندئذ لن نستطيع النظر الى الكواكب الأخرى الا
من خلال عيون « الانسان الميكانيكى »

، وفيما يختص بدرجة الحرارة والضغط رأينا كيف أنه
لا توجد أى صعوبة أساسية فى سبيل إيجاد الظروف المريحة
تماما . وبالمثل فان التزود بالطعام لا يشكل أى مشكلة الا فيما
يختص بالوزن الذى يتضمنه . وأحيانا ما اقترح البعض أن
تخترع فى المستقبل أغذية مركزة حتى يستطيع المرء أن
يتناول وجبة كاملة فى قرص واحد . ولإثبات أن هذا سيكون
فتحاً كبيراً لعلم السفر فى الفضاء ، وان كنا منتظر الى أن
نرى كتاباً فرنسياً عن الموضوع يجب هذه الطريقة ، ومع ذلك
فهذه الطريقة ليست علمية ، لأن الجسم يحتاج الى كمية معينة
من المواد الحثينة ذات الحجم الكبير . وحتى لو أمكن أن
يعيش الانسان على الأقراص أياماً عديدة فلا يمكن أن يعتبر
هذا حلاً دائماً للمشكلة .

وكمية الطعام اليومية المقررة لمستكشفى القطب هي رطلان ،
ولكن قابلية ركاب سفينة الفضاء للطعام - وهم يعيشون فى ظروف
انعدام الجاذبية وبذلك لا يبذلون أى مجهود جسمانى تقريبا -

لا يَحتَمَل أن تكون مثل قابلية رجال يجرون الزحافات فوق الثلجات في درجة حرارة تحت الصفر بكثير بأي حال من الأحوال وقد تكون كمية الطعام اللازمة في الفضاء أقل كثيرا من رطل واحد في اليوم • ومع ذلك فسنفترض أسوأ الاحتمالات ونحدد الكمية على أساس المستوى القطبي •

وقد رأينا من قبل أن كمية الأكسجين اللازمة للفرد الواحد هي رطلان أيضا • أما مقدار الماء المطلوب فلا يمكن تقديره بمثل هذه السهولة • فكمية السوائل التي يحتاجها الجسم تختلف كثيرا باختلاف الظروف ، فضلا عن ذلك فالماء - بخلاف الطعام والأكسجين - يمكن استعادته جميعا (بالتقطير والتنقية) في الدورة المغلقة التي تمثلها سفينة الفضاء ، ولهذا فإن الاستهلاك الفعلي سيكون صغيرا جدا ولن نحتاج إلا الى كمية صغيرة جدا من الماء لتغطية ما يفقد من كميات ، فإذا افترضنا أن هذه الكمية هي رطل واحد في اليوم تكون كمية المواد التي يستهلكها كل فرد من أفراد طاقم السفينة هي : خمسة أرطال في اليوم •

وليس هذا الرقم كبيرا جدا بالتأكيد • وعلى هذا الأساس يكون الاستهلاك الكلي من الطعام والأكسجين والماء لثلاثة رجال في رحلة الى القمر والعودة مع البقاء هناك لمدة أسبوع حوالى ٢٥٠ رطلا ، وفي الرحلات الأطول من ذلك يمكن حساب الكمية المشار اليها على أساس نحو $\frac{1}{4}$ الطن في السنة للفرد • وهي

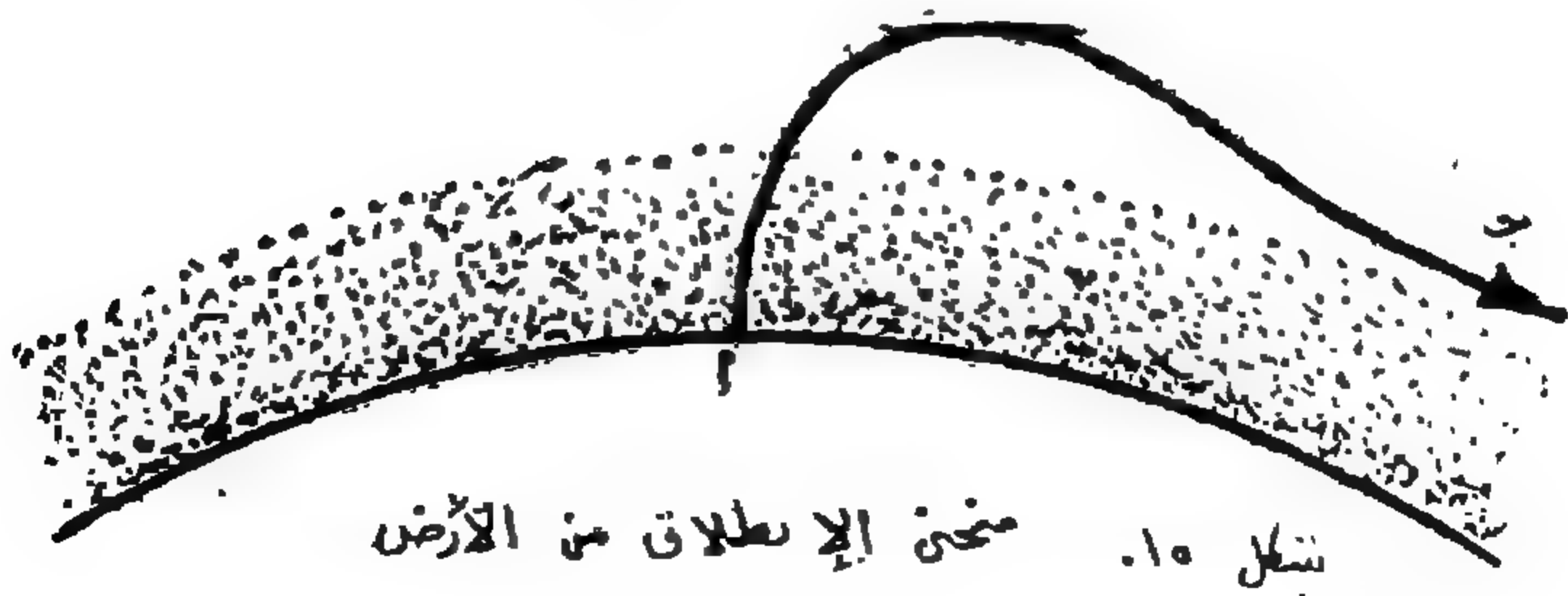
ضريبة وزن باهظة وان لم تكن مستحيلة التحقيق •
ومن العدل أن نقول ان الظروف الوحيدة الشاذة التي
يجب على جسم الانسان أن يتحملها في السفر بين الفضاء هي
تلك الناشئة عن التسارع - أو انعدامه ويعتقد أغلب من سبق
لهم قراءة نصص أو مشاهدة أشرطة سينمائية عن هذا الموضوع
اعتقادا راسخا بأن طاقم سفينة الفضاء يتعرضون عند الانطلاق
الى ضغط يكاد يفوق قدرتهم على التحمل - اذ تمتلك أجسامهم
أضعاف وزنها الطبيعي نتيجة للتسارع •

وهذه واحدة أخرى من صعوبات طيران الفضاء لاقت كثيرا
من المبالغة في الماضي • وتستغرق سفينة الفضاء تسع دقائق
للموصول لسرعة الافلات بتسارع قدره ٢ ج ونستغرق ثلاثة
دقائق ونصف باستخدام تسارع ٥ ج •

ويستطيع الانسان أن يتحمل تسارعا أكبر من هذا لمدة
أطول اذا اتخذت الاجراءات اللازمة لحمايته • غير أن
مستلزمات السفر في الفضاء ليست في مثل الشدة التي تشير
اليها هذه الأرقام • فلا ضرورة لاستخدام تسارع كبير أثناء
الانطلاق الا خلال الدقيقة الأولى من استخدام المحركات •

والغرض الوحيد من استخدام قيمة عالية للتسارع هو
الاقلاع من الخسارة الناتجة عن جذب الأرض للسفينة •
ويصبح هذا العامل خطيرا اذا تساقط الصاروخ عموديا بتسارع
منخفض واستغرق بذلك وقتا طويلا للوصول الى سرعة

الافلات ، فلو تمكنت السفينة من اكتساب كل سرعتها في الاتجاه الأفقى فان الجاذبية لن تسبب أى نقص فى السرعة ويمكننا عندئذ اكتساب السرعة بالبطء الذى يحلو لنا . ومن الواضح أن هذا ليس ممكنا عمليا . ولكننا نصل الى حل قريب من هذا اذا ارتفعت سفينة الفضاء رأسيا خلال الخمسين ميلا الأولى ثم انحرفت باتجاه الشرق كما هو مبين بشكل ١٥ ، فالجاذبية ستجذبها الى أسفل ولكنها لن تستطيع أن تؤثر على سرعتها الأفقية التى تتزايد باستمرار تحت دفع الصواريخ . فاذا كان برنامج الطيران قد أعد اعدادا صحيحا تصل السفينة الى السرعة المدارية (وليكن هذا عند النقطة ج) قبل احتمال دخولها مرة ثانية الى الغلاف الجوى ويمكنها عندئذ أن تبطل محركاتها تماما وتنتظر لاعادة تزويدها بالوقود أو قد تستمر فى التسارع ببطء كما يحلو لها حتى تصل الى سرعة الافلات . من هذا نرى اننا لن نحتاج لتسارع كبير (قد يصل الى ٣ ج) الا فى خلال ذلك الجزء من مسار الرحلة بين أ ، ب ويستمر هذا لمدة تزيد قليلا عن الدقيقة .



أما فى باقى المسار من ب فصاعدا فلا لزوم لزيادة التسارع
عن جاذبية واحدة • ولأن يشعر الطاقم بأى مضايقة •
وتسارع مقداره ٣ ج فى الاتجاه الرأسى يعنى أن ركب
سفينة الفضاء سيتأثرون بأربعة أضعاف وزنهم الطبيعى ، اذ
تضيف الجاذبية الأرضية قوتها الى القوة التى يحدثها دفع
الصواريخ • ويمكن للرجل فى صحة معتادة أن يتحمل مثل
هذا التسارع لدقيقتين أو ثلاث حتى فى وضع الجلوس •
وتزداد المقدرة على تحمل التسارع كثيرا فى وضع الرقود
اذ يمكن للشخص أن يتحمل تسارعا مقداره عشرون جاذبية
لفترة تصل الى دقيقة • ويتضح من ذلك أن جسم الانسان قد
بنى طبقا لمواصفات أقصى بكثير مما قد يستلزمه السفر فى
الفضاء •

والواقع أن تصميم سفينة الفضاء نفسها - وليس تحمل
الملاحين - هو الذى سيحدد أقصى تسارع يمكن استخدامه ،
اذ أن استخدام تسارع كبير عند الانطلاق يستلزم زيادة غير
مقبولة فى وزن الصاروخ لتحمل هذا التسارع •

وتسارع ٤ ج فى وضع الرقود لن يسبب مضايقة كبيرة اذا
استمر لفترة دقيقة واحدة فقط • فالمرء ما يزال قادرا على
تحريك أطرافه ولن يصبح عاجزا عن التصرف تماما • ورفع
الذراع ضد تسارع ٤ ج يستلزم مجهودا يساوى ما نبذله
لرفع حافظة أوراق ثقيلة أو آلة كتابة صغيرة ممن لا يمكن

أن نعدم من ذوى القوة البدنية الهائلة •
وفى الواقع لن يكون على طاقم السفينة أى واجبات أثناء
الصعود فقد سبق أن ذكرنا أنه سيكون أوتوماتيكيا تماما •
ويصح أن نشير الى أن الاتجاه الظاهري للجاذبية لن يتغير
أثناء ارتفاع السفينة وانحرافها نحو الشرق • فما دامت
المحركات دائرة فان الاتجاه يكون الى أسفل « من مقدم
السفينة الى مؤخرتها • ولا يكون هناك بعد ذلك « فوق » أو
« تحت » اطلاقا للأسباب التى سبق شرحها فى الفصل الخامس •

ولن تتطلب أى عملية أخرى تسارعا مرتفعا كالذى يتطلبه
الاقلاع من الأرض • فالهبوط والاقلاع على أجسام كالمرسخ
والقمر عملية هينة نسبيا ، ويبدو أنه لا توجد فى المجموعة
الشمسية كواكب لها جاذبية أكبر من عالمنا ، وفى نفس الوقت
لها سطح مستقر قد نأمل فى الهبوط عليه - أو تتمكن من
ذلك - فى يوم من الأيام ويكفينا هذا بالنسبة لخطر ازدياد
الوزن ، ولكن ما هو تأثير الحالة العكسية - هل ينعدم الوزن
تماما ؟

ونحن هنا بصدد حالة لن نستطيع أبدا تمثيلها على الأرض •
ولهذا فنحن عاجزون عن اجراء أى تجارب عليها قبل مجابتهها
•• ولا توجد أى صعوبة فى كشف انفعال الانسان تحت تأثير
الوزن الزائد ، فكل ما هناك هو أن نضعه فى آلة مركزية
طاردة (Centrifuge) وأن نديرها بسرعة كبيرة ولكن لا توجد

أى طريقة لانقاص الجاذبية على اطلاق ، والشئ الوحيد الذى نستطيع عمله هو أن نبحت بدفة فى عمل الجسم الانسانى ونقرر كيف تؤثر الجاذبية على أعضائه وعملياته الطبيعية المختلفة ثم نتخيل ما يحدث عند ازالة هذه القوة . وهذه أساسا مشكلة فى الميكانيكا النظرية - ميكانيكا الجسم الانسانى البالغة التعقيد.

وبعض الحقائق تبدو على الفور . فأجسامنا لا تبالى باتجاه الجاذبية تقريبا فى كثير من النواحي . فنحن نستطيع أن نأكل ونتنفس ونتكلم ونفكر ونستخدم أيدينا سواء كنا فى وضع الوقوف أو الجلوس أو الاستلقاء ، والوضع الوحيد الذى نشعر فيه بالتعاسة هو عندما يكون القدمان أعلى من الرأس . وحتى حالة « الجاذبية السلبية » هذه يمكن تحملها لفترات طويلة من الزمن .

وتظهر هذه الحقائق أن الجاذبية لا تساعد كما لا تعطل معظم العمليات الجثمانية العادية . وقد عاش كثير من المرضى سنوات عديدة فى الوضع الأفقى حيث لا يكون للجاذبية الا أثر بسيط عليهم وان كانت لا تزال موجودة بالطبع . فهم لا تساعدكم فى البلع أو هضم الطعام . وبالرغم من أن القلب يقوم بجزء بسيط من واجباته المعتادة فى حمل الدم الا أن هذا لا يجعله يسرع فى نبضه .

وقد أجمعت آراء الأطباء على أن العضو الوحيد الذى قد يتأثر بسبب الانعدام التام للجاذبية هو جهاز التوازن بالأذن

الداخلية • وهذا الجهاز عبارة عن مجموعة من ثلاث قنوات هلالية متعامدة وبها سائل يملؤها جزئيا • وتقوم أعصاب مناسبة بالاحساس بحركة هذا السائل عند ادارة الرأس • وبما أن هذا يتم بوساطة القصور الذاتى فقط فلا ينتظر أن تتأثر هذه العملية باعدام الوزن • غير أن الأذن الداخلية تحتوى بالإضافة الى ذلك عضوين آخرين يظن أنهما يسجلان الجاذبية وهما عبارة عن تجويفين صغيرين يحتويان على جزيئات صلبة ميكروسكوبية الحجم تسمى « الأوتوليث (Otoliths) » ومعناها الحرفى « أحجار الأذن » • وتقوم هذه الأحجار بعمل الثقل الذى يعلق فى خيط الشاغول فهى تكتشف اتجاه الجاذبية كما تقيس مقدارها •

ومما يثير الاهتمام وربما كان ذا مغزى عظيم أن بعض الناس الذين يحرمون لسبب أو آخر من استخدام هذه الأعضاء لا يبدو أنهم يتعرضون لأى تأثير ضار • اذ يمكنهم تحديد اتجاههم تحديدا صحيحا حتى تحت الماء حيث لا يوجد ذلك الاحساس بالوزن الذى يساعدنا ، وذلك لأن النظر وحده يعتبر كافيا لأن يقدم لنا « نظاما للرجوع اليه » دون الاستعانة بأى عضو آخر •

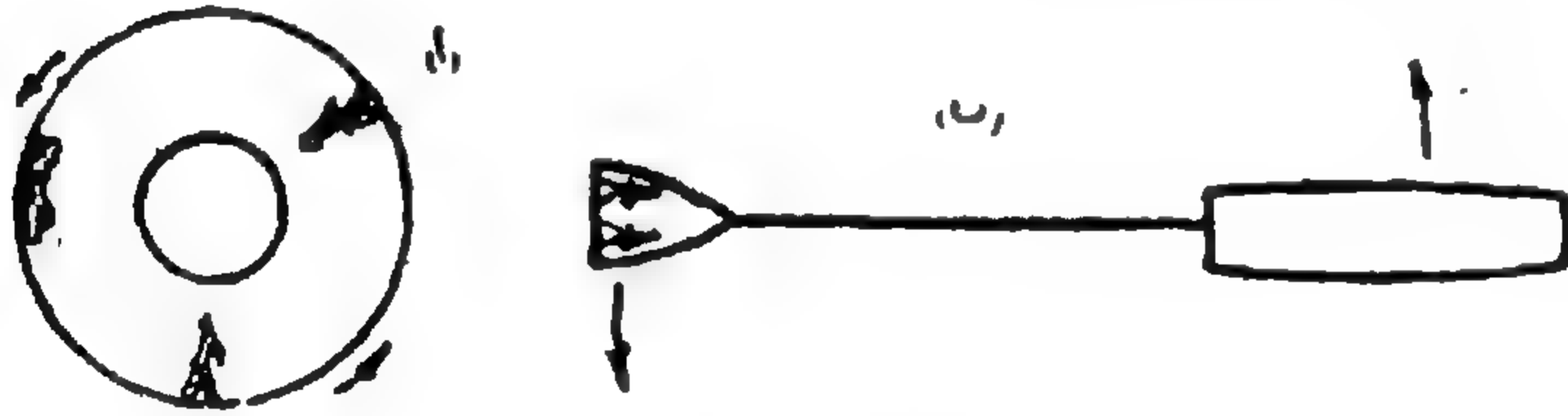
ولهذا فمن المرجح أن حالة انعدام الوزن لن تكون ذات أثر ضار وقد لا تسبب أى مضايقة • وان كانت ستستغرق بعض الوقت حتى نعتادها • (والحق أنها قد تكون على العكس

من ذلك فستحقق حلم جميع الناس فى الصعود !
وربما كان التأثير النفسى أكثر أهمية من التأثير الفسيولوجى
مما يجعل من المستحب تصميم كابينة سفينة الفضاء بحيث
تظهر وكأن بها الاتجاهين العلوى والسفلى •
ومن المحتمل أن تكون عودة الجاذبية بعد فترة طويلة من
انعدام الوزن شيئا مزعجا أكثر من انقطاعها • وعلى هذا
يستغرق العائدون الى الأرض بعد رحلة طويلة بين الكواكب
بعض الوقت ليعتادوا حالهم الجديد • وبالإضافة الى شعورهم
بالثقل وببطء الحركة فقد يتعرضون لخطر كبير نظرا لمعاملتهم
الارتفاعات الرأسية بأقل مما تستحق من التقدير • ونفس
الشيء تقريبا يحدث للعائدين الى الأرض بعد الحياة على كوكب
منخفض الجاذبية •

وأخيرا اذا اتضح أنه من الضرورى أو حتى من المفضل
تجنب حالة انعدام الوزن هذه فان هناك طريقة بسيطة للقيام
بذلك • والحق أن هناك طريقتين غير أن احدهما فقط يمكن
أن تتحقق عمليا • فوزن ركاب سفينة الفضاء يمكن أن يكون
عاديا لو احتفظت المحركات بتسارع ثابت قدره جاذبية واحدة
طول مدة الرحلة ، أو على الأحرى اذا احتفظت بتسارع بهذه
القيمة الى نقطة المنتصف ثم بتقصير (أو تسارع عكسى) بعدئذ
وتكون السفينة قد استدارت ١٨٠° بالطبع • وبما أننا قد
رأينا أنه من المستحيل هندسيا حمل كمية من الوقود تكفى

للسارع لما يزيد عن بضع دقائق ، فانا سنصرف النظر فورا
عن هذا الحل • وقد نستطيع القيام بمثل هذا العمل يوما ما
عندما تتمكن من السيطرة على الطاقة الذرية سيطرة تامة •
واكنه سيظل خيالا مجردا لمدة طويلة قادمة •

أما الحل الآخر ، وهو الحل العلمى ، فيتضمن استخدام القوة
الطاردة المركزية • فلنفرض أن سفينة للفضاء ذات مقطع
دائرى (شكل ١٦) تدور بسرعة حول محورها ، فان أفراد
الطاقم سيعتقدون أن اتجاه الجدار الدائرى هو الاتجاه السفلى
وسيمكنهم السير حوله ما لم تؤثر على السفينة أي قوة خارجية
(أى طالما بقيت فى المدار الحر) واذا اختيرت سرعة الدوران
جيدا فانهم سيشعرون بالوزن الطبيعى • والواقع أنهم لن
يستطيعوا بحال من الأحوال أن يميزوا بين هذه الجاذبية
الصناعية والجاذبية الحقيقية •



شكل ١٦: احداث المحارة الصناعية

ولن يشعر ركاب السفينة بالدوران الا اذا نظروا الى
النجوم وهى تتحرك عبر المنوافذ • وحتى هذا الشعور سيكون

نفسيا بحثا ويشبه ما يحس به أغلب الناس عند الجلوس في قطار ورؤية قطار آخر يتحرك في الظاهر على القضيب المجاور .. وفي مثل هذه الأحوال يكون من المستحيل معرفة أى القطارين يتحرك دون أى أدلة اضافية كوجود اهتزاز أو المقارنة بجسم نعرف تماما انه ثابت . ولن يكون هناك بالطبع اهتزاز في سفينة تدور حول نفسها في الفضاء المفرغ كما لا يوجد جسم ثابت نرجع اليه سوى النجوم .

وسرعة الدوران اللازمة لاجداث جاذبية واحدة صغيرة جدا . فيجب أن تدور الغرفة التي نصف قطرها عشرة أقدام حول نفسها دورة كل ثلاث ثوان . ويمكن احداث هذا الدوران بواسطة نافورات صاروخية من النوع المستخدم في التوجيه ولن نحتاج لاطلاقها أكثر من بضع ثوان لاعطاء الدوران اللازم للسفينة . ويلزم بالطبع ازالة هذا الدوران بدفعة صغيرة من القوة قبل محاولة الهبوط .

وهذا الحل مع بساطته البادية يثير طائفة من المشاكل ، فان رؤية الناس على الجدار المقابل وهم يقفون في وضع مقلوب قد تكون ذات أثر نفسى سيء ، وان كان التعود على ذلك ممكنا في الغالب . كما أن تصميم الغرفة بحيث لا يرى الشخص الجانب الآخر سيكون أمرا سهلا على أى حال . وان كان على الطاقم أن يعتادوا التصرف الغريب للأرض فهي تنحني الى أعلى بوضوح في الأمام وفي الخلف غير أنها تبقى مستوية

حيثما يقف الانسان • كما أن التقاء الخطوط الرأسية سيكون ظاهرا أيضا بحيث يميل الشخص الواقف على بعد بضعة أقدام من الآخر نحوه •

وإذا وقف شخص في غرفة بهذا الحجم فإن رأسه يكون في منتصف المسافة الى المركز ، وبالتالي تكون للجاذبية عند رأسه نصف قيمتها عند الجدار • ولكي يقع الجسم في مجال منتظم للجاذبية يجب أن ينام الشخص على الجدار ، وان كان من المرجح أن هذه الظاهرة لن تؤثر تأثيرا محسوسا أو غير مرغوب فيه •

ويمكن التغلب على كل هذه الصعوبات اذا أصبح نصف قطر الغرفة كبيرا بالدرجة الكافية • وفي (شكل ١٦ ب) طريقة ممكنة للحصول على هذا دون جعل سفينة الفضاء كبيرة بشكل غير عملي • فاذا قسمت سفينة الفضاء بعد وصولها الى المدار الصحيح الى جزئين يصل بينهما جبل ثم أديرَت المجموعة كلها فان اتجاه الجاذبية سيكون واحدا تقريبا في كل الغرفة ، كما أنه لن يتناقص في اتجاه السقف • وإذا كان طول الحبل مائة قدم يكون زمن الدورة ٨ ثوان •

وسنرى في حينه اذا كان الأمر يستحق اجراء كل هذه

التعقيدات ، ولا شك أن حياة مصممي سفن الفضاء ستكون أسعد كثيرا اذا ثبت عدم جدواها • فيجب علينا ألا تنسى أن السفينة يجب أن تكون أقوى كثيرا وبالتالي أكثر وزنا لتحمل

هذه القوى التسارعية وعلاوة على ذلك فان هذا يتطلب أجهزة خاصة للقيام بأرصاد النجوم ولحفظ أجهزة اللاسلكى موجهة نحو الأرض .

وقد تكلمنا مرارا عن النواحي النفسية للسفر فى الفضاء ، ومما لا ريب فيه أن هذه الناحية ستأخذ أهمية بالغة فى الرحلات الطويلة حقا . ومع ذلك فمما يستحق الذكر أن رجالا أحسن اختيارهم ويجمع بينهم عمل مشترك يستطيعون الحياة والعمل سويا فى أماكن متقاربة لمدة شهر أو سنين كما أثبتت سجلات الرحلات الى القطب الجنوبى .

وسنعود مرة ثانية الى بعض المشاكل الطبية فى سفر الفضاء عندما نبحث مشكلة ملابس الفضاء واستعمار الكواكب ، غير أنه من المناسب أن نبحث هنا نقطة هامة ستثار ان عاجلا وان آجلا فى التطبيق العملى بالرغم من جميع الاحتياطات وهذه النقطة هى : ما الذى سيحدث لطاقم سفينة الفضاء اذا حدث تسرب خطير فجأة وانخفض الضغط الى الصفر ؟

وهذه المشكلة وتسمى « التفريغ الانفجارى » لها أهمية عملية كبرى فعلا فى الطيران على الارتفاعات العالية ، فقد تحدث اذا انفجرت نافذة أو قبة (وقد حدث ذلك أكثر من مرة) . ويمكن أن يحدث نفس الشئ فى سفينة الفضاء مع خضاع الضغط الجوى تماما فى ثوان . ويحدث هذا اذا ظهر فجأة ثقب مساحته نحو قدم مربع ، فالتحرب العاصى قد

يستغرق دقائق عديدة أو ساعات لانقاص الضغط بدرجة خطيرة .

وكثيرا ما قيل أن ملاحى سفينة الفضاء المثقوبة يلاقون حتفهم فى الحال ، وقد تمزق أجسادهم نتيجة لتمدد الغازات الداخلية عند نقص الضغط الخارجى غير أن هذا ليس صحيحا ، فقد أجريت تجارب عديدة على أفراد آدميين أصحاء وقد وجد أن تناقصا فى الضغط مقداره $7\frac{1}{2}$ رطلا على البوصة المربعة يحدث فى أقل من نصف ثانية يمكن احتماله . وهذا التغير يعادل ضعف ما يحدث اذا فتحت سفينة ذات جو من الأكسجين الحالى فجأة للفراغ . وهذه التجربة ليست مزعجة جدا ويحتفظ الانسان بوعيه كاملا خلالها .

أما اذا استمر نقص الأكسجين فان الوفاة تحدث بسرعة بالطبع ، غير انه يرجح أن يكون هناك وقت لعمل الاحتياطات اللازمة فى حالة الطوارئ قبل أن يتتاب الاغماء أفراد الطاقم فى معظم الأحوال .

الفصل العاشر

القمر

ان عبور الفضاء الذى يمتلئ بين الكواكب - وان كان مشكلة فنية تتحدى مهارة الانسان وامكانياته - ليس فى حد ذاته الغرض الذى نصبو اليه ، وما هو الا نقطة البداية • ولا معنى للذهاب الى الكواكب ما لم نفعل شيئا ما عند وصولنا اليها • وفى الفصول الثلاثة القادمة سنتناول بالبحث بعض الصعوبات العملية التى يجب أن تتغلب عليها قبل أن نستكشف جيراننا فى الفضاء وننشئ عليها القواعد والمستعمرات الدائمة وسنبداً بالقمر وهذا هو التصرف المنطقى ، وذلك لأنه أقرب الكواكب إلينا فى الزمن فضلا عن المسافة •

وقد قضى أكثر من عشرة أجيال من الفلكيين أحقابا طويلة من حياتهم (والفلكيون قوم عرفوا بطول العمر) فى فحص تابعنا القمر منذ اختراع المنظار النلكى • أما الآن فأغلب هذا العمل يقوم به الراصدون الهواة ، اذ أن اهتمام الاخصائيين يقع أبعد من ذلك ، بين النجوم والسدم • ومن الحقائق الغريبة

أن الأجهزة الصغيرة التي يستطيع الهواء اقتناها تفي بهذا الغرض ، كما أنها في كثير من الأغراض تستطيع الأداء بمثل كفاية الأجهزة العاكسة العملاقة التي تفوقها ثمنا بآلاف المرات وذلك لأننا نصل الى حدود قوة التكبير العملية بمنظار متوسط الحجم - لأن الاضطرابات والدوامات في الغلاف الجوي هي التي تحد من هذه القوة وكثيرا ما يفوق المنظار الصغير منظارا أكبر منه وان كان المنظار الأكبر أحسن في تلك الفرض النادرة التي تكون فيها الرؤيا كاملة تقريبا . ويستطيع أى



شكل ١٧ . خريطة القوس

شخص لديه من النشاط والتصميم الكفاية أن يصنع ببضعة
جنيهات منظارا يرى به من تشكيلات سطح القمر ما لا يكفى
عمره لتسجيلها جميعا .

وقد كانت معلوماتنا عن القمر حتى هذا القرن وصيفة فى
الغالب ، بنيت على ملاحظات بالعين - وهى التى تفوق اللوح
الفوتوغرافى فى مقدرتها على تسجيل التفاصيل الدقيقة . وقد
أعطتنا الخرائط والرسومات الجميلة (كتلك المينة فى اللوحة
السابعة) فكرة جيدة عن تضاريس القمر ، ولكن امكان
اكتشاف أى شئ عن الأحوال على سطحه بوساطة القياسات
الفعلية كان يبدو ضربا من الخيال ، بيد أن هذا هو ما تستطيع
الآلات الحديثة أن تفعله بالضبط . فيمكن تسجيل التغيرات فى
درجة الحرارة على سطح القمر بوساطة المزدوج الحرارى
الحساس بالاشتراك مع التلسكوبات الكبيرة . كما أن حقلا
جديدا للبحث قد افتتح منذ الحرب العالمية بنمو العلم الجديد
وهو « لاسلكى الفلك » . وقد أصبح ممكنا الآن أن نقيس
موجات الراديو الضعيفة التى تصدر عن القمر - فكل الأجسام
الساخنة تصدر موجات لاسلكية على مستوى منخفض من
القدرة بحيث لا يمكن اكتشافها فى الأحوال العادية . وقد أمكن
عن طريق هذه المشاهدات اكتشاف حقائق عن طبيعة سطح
القمر ودرجة الحرارة تحت قشرته .
وتبين اللوحة ٦ أ التوزيع العام للفتوحات وسلاسل الجبال

معطية بذلك صورة جيدة لجغرافية القمر • ويجب أن نوضح أنه ليس ممكنا رؤية كل هذه التشكيلات فى نفس الوقت بالطريقة الميئة فى الرسم • فعندما يكون القمر بدرا ، لا يمكن رؤية جباله اطلاقا ، فلا ظلال هناك لتبرزها وتجسمها ، ويبدو القرص مسطحا لا يثير الانتباه • ومع ذلك فيمكن رؤية كل ما فى اللوحة بأصغر التليسكوبات لو راقبنا القمر أثناء نموه من الهلال الى البدر ، وعندئذ يزحف خط شروق الشمس على وجه القمر بانتظام ، فيمكن رؤية قمم الجبال وهى تخرج من الظلام ملتقطة أشعة الشمس الأولى ، ثم تأخذ الظلال الطويلة السوداء فى القصر حتى تختفى عند الظهر ، وعند ذلك تختفى أكبر الجبال تماما • وفى العصارى القمرية تظهر هذه الظلال ثانية وتبدأ فى الاستطالة بتقدم المساء • وبمراقبة هذه التغيرات اليومية ، يمكن معرفة الشيء الكثير عن شكل وحجم تضاريس سطح القمر •

ويعطينا شكل ١٧ مفتاحا لأهم التشكيلات القمرية ويجب مقارنته باللوحة السادسة أ ، ب • وقد أعطى أكثر من ٦٧٠ تشكيلا أسماء مختلفة (أغلبها لمشاهير الفلاسفة والفلكيين والعلماء) • ولا يمكن هنا اظهارها جميعا ولذا فقد بينا أكثرها شهرة فقط • وقد نشرت خرائط وصور مفصلة للقمر وأكثرها وضوحا (للفلكى البريطانى هـ • ب • ولكنز (Wilkins) يزيد قطرها عن ثمانية أقدام ، وتظهر آلاف التشكيلات •

وفى ظروف الرؤية التامة يمكن مشاهدة أى جسم عرضه
ضعة مئات من الأقدام على القمر اذا كان لونه يتعارض مع
ما يحيط به بالدرجة الكافية • ويمكن أن تظهر أجسام أصغر
من ذلك كثيرا كالتلال المنخفضة بوساطة الظلال الضخمة التى
تلقبها عندما تكون الاضاءة ضعيفة •

وتعطى الصورة الفوتوغرافية الجيدة كتلك الميئة فى اللوحة
السادسة أصدق فكرة عن سطح القمر الا أنها لا تبين الا جزءا
ضئيلا مما يمكن للعين المدربة أن تراه من تفاصيل خلال منظار
متوسط الحجم • واملأ فراغ الصورة يجب عمل رسومات
كالميئة فى اللوحة السابعة • ويعتبر انتاج مثل هذه الرسومات
اختبارا لحدة نظر الراصد وقدرته الفنية •

ومع أن الجزء الأكبر من سطح القمر المرئى خشن التضاريس
جدا ، الا أن هناك مساحات ضخمة مكشونة (وهى المسماة
بالبحار) تبدو مستوية نسبيا ولا نستطيع التأكد من ذلك طبعا
الا بعد اجراء مساحة من مسافة قريبة • ومع ذلك فلا ريب أن
هناك أماكن كثيرة يمكن الهبوط عليها دون صعوبة • وتشير
القياسات اللاسلكية التى سبق ذكرها الى وجود طبقة من الغبار
تغطى سطح القمر (وقد يكون مصدرها النيازك) يصل سمكها
الى المليمتر تقريبا • وكان بعض الملكيين قد اقترحوا قبل
اجراء هذه القياسات نظريات تقول بوجود محيطات من الغبار
يصل عمقها الى مئات الأقدام أو حتى الأميال على سطح القمر

ولا شك أن هذا كان سيشكل خطرا جسيما على مستكشفى القمر ، ولكن الأدلة التى تؤيد هذه الفكرة المقبضة لم تكن قوية فى يوم من الأيام .

وعلى الرغم من أن هناك سلاسل جبلية كثيرة على سطح القمر تشبه التشكيلات الأرضية جدا - ولها نفس الحجم تقريبا - إلا أن الشكل المميز لسطح القمر هو الفوهات العملاقة أو السهول المحاطة بحلقة ويصل قطر بعضها الى ١٥٠ ميلا . وهى تختلف تماما عن الفوهات البركانية المعتادة التى نجدها على الأرض . وقد نتج عن ذلك ظهور مجموعة من النظريات العلمية ، وخلاف شديد استمر مائة عام ولم تبد بوادر انتهائه بعد . وهناك مدرسة من الفلكيين تصر على أن هذه الفوهات نشأت نتيجة لنشاط بركانى ، ويعلمون شكلها الغريب بانخفاض الجاذبية وتأثير جاذبية الأرض (البد والجزر) وظواهر أخرى مماثلة ويقول أنصار مذهب آخر قوى انها حدثت نتيجة لاصطدام الشهب بالقمر فى الماضى السحيق . وهناك خوارج كثيرون يتعلقون بمذاهب مختلفة أخرى . حتى ان المرء ليتساءل أحيانا ان كانت المسألة ستحل حتى بعد أن نصل الى القمر .

ومن التشكيلات القمرية الشائعة نوع مشهور • يسمى تجد منه أمثلة عديدة فى اللوحة السابعة • وبعض هذه الشقوق ذات حجم كبير قد يبدو مخيفا للمشاهد على سطح القمر •

ويظهر أنها تكونت نتيجة لزلزال قمرية أو ما أشبه من تحركات صخرية ، وليست بالتأكيد نتيجة للتعرية بفعل الماء كبعض الأخاديد العظيمة على سطح الأرض .

وهناك فكرة شائعة بأن الجبال القمرية أشد انحدارا من الجبال الأرضية نتيجة للجاذبية المنخفضة ، وليس هذا صحيحا فجاذبية القمر وإن كانت تبلغ سدس الجاذبية على الأرض إلا أن هذا لا يؤثر على شدة ميل المنحدرات فالكومة من الرمال على القمر تشكل مخروطا له نفس الزاوية التي تشكلها على الأرض . على أن التشكيلات القمرية قد تكون أكثر حدة وتديبا لانعدام التعرية الطبيعية . وحتى هذا لا يمكن إقراره كحقيقة مؤكدة فالاختلاف العظيم في درجة الحرارة بين الليل والنهار لا بد وأن يكون قد أحدث بعض التعرية .

ولا يزال البحث دائرا عما إذا كان للقمر غلاف جوى أم لا . ولا يشك أحد في أن أى غلاف غازى قد يحيط به لا بد وأن يكون أخف من جو الأرض ، ولكن من الصعب تقرير درجة خفته . وتشير بعض التجارب إلى قيمة تبلغ $\frac{1}{100000}$ من جو الأرض ، إلا أن أدلة أخرى تشير إلى قيمة أقل كثيرا قد لا تزيد عن جزء من المليون . وبما أنه في كلتا الحالتين لا احتمال لوجود الحياة كما نعرفها على القمر فقد يعتقد البعض أن بحث هذا الموضوع ذا أهمية عملية . ولكن الأمر ليس كذلك لسبب غريب - فلو كان للقمر

غلاف جوى فان كثافته تتناقص مع الارتفاع ببطء بالنسبة لما يحدث على الأرض بسبب ضعف جاذبية القمر • فاذا أعدنا رسم شكل ٢ (فى الفصل الثانى) فى حالة القمر فان المسافة بين خطوط الكثافة تزداد ست مرات • ولهذا فكثافة جو القمر برغم كونها لا تزيد عن جزء من عشرة آلاف من كثافة جو الأرض عند السطح الا أن هذا كاف جدا لتزويد القمر بطبقة متأينة (أيونوسفير) تستطيع عكس الاشارات اللاسلكية حول الأفق الكبير الانحناء وفوق ذلك فهى تشكل حاجزا ضد الشهب أحسن مما يشكله جونا •

وقد سمعنا من حين لآخر عن حدوث ضباب قمرى يحدث ظلالا وقتية حول فوهات وشقوق معينة ، ومن الجائز أن يكون هذا نتيجة لحدوث نشاط بركانى ضعيف أحيانا •

وعلى هذا فليس من المأمول القول بأن القمر خال من الهواء تماما أو أن نتأكد من أنه يخلو من الماء اطلاقا • ولا يمكن للماء أن يوجد بحالته السائلة فى مثل هذا الضغط المنخفض ، ولكن الصقيع قد يتكون ليلا كراسب مؤقت • وبعض القسم القمرية تضيء بلمعان خاطف عند سقوط ضوء الصباح المبكر عليها ، فتبدو كالمرايا وليست كالأشكيلات الصخرية حتى يصعب على المرء استبعاد فكرة تغطيتها بالجليد • ومن المحتمل جدا أن يوجد الجليد فى الكهوف حيث تكون درجة الحرارة ثابتة تحت درجة التجمد بكثير •

وليس للقمر - كبريطانيا العظمى - مناخ (Climate) بل طقس (Weather) فقط . فان فرق درجات الحرارة القصوى بين الليل والنهار كبير جدا لانعدام الهواء تقريبا ، ويزيد من هذا الفرق أن القمر يدور ببطء شديد حول محوره حتى أن يومه أطول من يوم الأرض ٢٨ مرة . وترينا قياسات درجة الحرارة بالازدواج الحرارى أن الصخور المكشوفة التى تواجه الشمس رأسا تزيد حرارتها فى منتصف النهار عن درجة غليان الماء تليلا (٢١٢° فهرنهايت) . وتهبط درجة الحرارة باستمرار كلما اقتربنا من غروب الشمس ، فتتهبط تحت الصفر والشمس ما تزال فوق الأفق (وان كانت الصخور الرأسية التى تواجه الشمس تبقى ساخنة جدا حتى لحظة الغروب) . وتهبط الحرارة خلال الليل الطويل حتى تصل الى نحو ٢٥٠° تحت الصفر الفهرنهايتى وبذلك يصل المدى اليومى لتغير درجة الحرارة الى ٤٠٠° وللمقارنة نذكر أن أعلى وأقل درجة حرارة سجلت على الأرض هى + ١٣٦° ، ٩٤° فهرنهايت .

ويجب أن نشير الى أنه علاوة على ذلك توجد اختلافات كبيرة فى درجة الحرارة على القمر بمجرد الانتقال من مكان الى آخر قريب ، كأن تنتقل من نقطة فى ضوء الشمس المباشر الى نقطة فى الظل . ولهذا فالأرقام التى ذكرناها يمكن أن تعتبر دالة على أقصى الدرجات التى تقابلنا . ثم انها تختص

بالتبقات السطحية والسطوح الصخرية المكشوفة من القمر
وهذا الاختلاف في درجة الحرارة يقل كثيرا على بعد بضعة
بوصات من السطح نتيجة لقدرة الصخور القمرية على عزل
الحرارة . وعلى عمق كبير داخل القمر لا يوجد أى أثر لهذه
التغيرات ، وتصبح درجة الحرارة ثابتة وقيمتها حوالى - ٥٣٠
فهرنهايت .

وليست لدينا أى معلومات عن تركيب القمر الكيميائي :
فكثافته أقل كثيرا من كثافة الأرض ، غير أننا لا نستطيع أن
نستنتج شيئا من هذه الحقيقة ومن المعقول أن نفترض أن كل
العناصر الموجودة على الأرض ستكون موجودة على القمر كذلك
ولكنها في صورة معدنية مختلفة دون شك .

وقد كان الفلكيون حتى عهد قريب يجيبون بالنفي القاطع
على السؤال : هل هناك حياة على القمر ؟ ميين أن انعدام
الهواء والاختلاف الكبير في درجة الحرارة تجعل هذا الاحتمال
مستحيلا . ولا يزال أغلب الفلكيين يحتفظون بهذا الموقف
ولكن عددا كبيرا من الراصدين المحنكين يزعمون أنهم
لاحظوا تغيرات في بعض المناطق تشير الى احتمال وجود
النبات وليس عسيرا أن تصور أن الحياة النباتية قد تتكيف
حسب الأحوال القمرية ، ولكن هذا الرأي يجب أن يبقى
في الوقت الحاضر من قبيل التكهنات .

ومن الحقائق الغريبة أن القمر لا يحتفظه دائما بنفس الوجه

فى مقابلتنا لا يمكن أن نشاهد وجهه الآخر • ويعنى عدم دوران القمر بالنسبة لنا أن الأرض تبقى ثابتة فى سمائه فلا تشرق أو تغرب • ولوجود اختلال بسيط فى حركة القمر أثناء سيره فى مداره تبدو الأرض وكأنها تدور فى دائرة صغيرة حول مكانها المتوسط • غير أن هذا لا يكاد يسكون ملحوظا الا فى الأماكن القريبة من حد المنطقة الرئيسية من القمر • ويوجد فى هذه المنطقة شريط ضيق تبدو الأرض فيه وكأنها ترتفع وتنخفض على الأفق • وفيما وراء هذا الشريط تقع المنطقة التى لا يظهر فيها كوكبنا على الإطلاق • وتسمى هذه المنطقة بالجانب المظلم ، ولكنها تستقبل نفس الكمية من ضوء الشمس كباقي القمر بالطبع ، كما وانه لا يوجد لدينا أى سبب للاعتقاد بأنها تختلف عنه كثيرا فى أى ناحية •

ومعظم الناس يجدون صعوبة كبيرة فى فهم ما يدعى أى شخص للذهاب الى القمر بعد أن تعلموا ما قد ذكرنا من حاله ، كما أنهم لا يتصورون ما يمكن فعله عند الوصول اليه • وسنبحث فى الفصل القادم مسألة استعمار القمر وأهميته القصوى كمرصد للأرض بصفته تابعا لها وكقاعدة عملية ونقطة للوثوب الى الكواكب •

الفصل الحادي عشر

القاعدة القمرية

لا نستطيع اليوم أن نتكهن بما ستستنيده البشرية من القمر بأكثر مما كان كولومبس يستطيع التنبؤ بمستقبل القارة التي اكتشفها • ومع ذلك فيمكن أن نرى من الآن بعض خطوط التطور التي يحتمل أن تتبعها حالما نصل إلى القمر ، كما نستطيع أن نتأش بصورة عامة مشكلة جعله صالحا للحياة •

وتد تبدو بعض المقترحات التي نقدمها في هذا الفصل خيالية حتى بالنسبة لمن اتسع خيالهم لتصور ما ذكرنا من قبل • ولكننا قد تعلمنا من تاريخ الاختراعات والاكتشافات أنه بعد مدة طويلة وكثيرا ما تكون قصيرة ، تبدو أجراً التنبؤات مضحكة لتحفظها الشديد • ولن تحدث الأشياء التي سنبحثها هنا بسرعة ، وسيبقى بعضها دون تنفيذ قرونا عديدة ، ولكنها ستتحقق في النهاية • هذا اذا لم تظهر في ذلك الوقت حلول أفضل وربما أكثر اغراقا في الخيال •

وسيكون اهتمام رواد القمر الأوائل موجهها في الأغلب إلى الموارد المعدنية لعالمهم الجديد • وسيتوقف مستقبل هذا العالم

الى درجة كبيرة على هذه الموارد • وسيكون أساسيا أن
نكتشف الأكسجين والماء والمواد التي يمكن استخلاص الغذاء
منها اذا كنا سنقيم مستعمرات ثابتة • وهذه المشاريع طويلة
الأمد طبعا ومع ذلك فستشغل بال الانسان كثيرا منذ البداية •
وسيقوم رجال يرتدون ملابس الفضاء بالتنقيب بدقة عن
مراكز للهبوط وستكون قواعدهم هي سفن الفضاء نفسها •
وكثيرا ما وصفت ملابس الفضاء في الروايات حتى يخشى أن
يأخذها الناس قضية مسلمة • والواقع أنها تقدم مشاكل تتحدى
قدرة المصممين الفنية ، وهذه المشاكل لم تحل نهائيا بأي حال
من الأحوال • فليست المسألة أن نبني نموذجا معدلا بعض
التعديل من بدلة الغوص ونرجو أن يفى بالغرض المطلوب ،
فالمشاكل الفنية تختلف في الحالين كل الاختلاف •

فنظرا لانعدام الضغط خارج بدلة الفضاء فان هناك قوة
كبيرة تحاول أن تجعل البدلة صلبة كالاطار المطاطي المنفوخ ،
وبذلك تصلب ساكنها المنكود • ولا توجد هذه الصعوبة في
بدلة الغوص حيث يقع الضغط الكبير من الخارج ، ولكنها
جوبهت فعلا في تصميم ملابس الطيران على الارتفاعات
الكبيرة •

ويحتمل أن تكون ملابس الفضاء لهذا السبب بناء جامدا
الى حد كبير مزودا بمفاصل عند المرفقين والركبتين تسمح
بالحركة الضرورية • وهي تشبه بذلك دروع فرسان العصور

الوسطى ، وقد تكون على نفس القدرة من الراحة • ومن حسن الحظ أن الجاذبية الضعيفة تسهل مشكلة الوزن ولكن يجب أن نذكر أن القصور الذاتى للأجسام لا يتغير • فرفع مطرقة ثقيلة على القمر يستلزم سدس الجهد اللازم لرفعها على الأرض ولكننا نجد نفس الصعوبة فى تطويقها •

وإذا لم يمكن عمليا بناء ملابس للفضاء تأخذ شكل الجسم الى حد ما حتى بهذه الطريقة ، فيمكن حل المشكلة حلا حاسما بجعل الملابس جامدة تماما (وقد تكون مجرد اسطوانة بها بعض النوافذ) وتزويدها بأطراف معدنية خارجية قد تدار الأرجل فيها بموتورات وفى الواقع لا نستطيع أن نفترض أن الأرجل هى أحسن حل لمشكلة الحركة • فعلى كوكب منخفض الجاذبية قد يكون استخدام عصا تعمل بالزنبرك أكثر فائدة •

ولا توجد صعوبة كبيرة فى تزويد هذه الملابس بالهواء إذ يمكن حمل أكسجين يكفى لمدة تصل الى ١٢ ساعة فى اسطوانات معقولة الحجم • والمشكلة الأكثر خطورة هى مشكلة التحكم فى درجة الحرارة وخاصة على جسم كالقمر قد تهبط درجة الحرارة فيه ٤٠٠° فى ثوان بمجرد الانتقال مسافة بضعة ياردات ، من ضوء الشمس الى الظل • ومن الممكن عزل ملابس الفضاء حراريا ، فهى تشبه زجاجة مرموس عالية الكفاية ! الا أن هذا ليس أمرا مرغوبا فيه إذ أن مرتديها سيصاب بضربة حرارية نتيجة للطاقة الحرارية

التي يتجها جسمه • ويبدو أن ملابس الفضاء يجب أن تزود
بوحدة صغيرة للتبريد تستخدم أثناء النهار للتغلب على ذلك •
وبما أن القمر ليس له غلاف جوى - وبالتأكيد ليس له جو
يكفى لانتقال الأصوات - فيجب أن يكون المستكشفون على
اتصال ببعضهم البعض وبالسفينة بوساطة الراديو وليس في
هذا أى صعوبة بالطبع الا أن المدى سيكون قصيرا والعمل
غير منتظم بسبب طبيعة القمر الصخرية وقرب الأنق فهذا
يكون على مسافة ميلين فقط بالنسبة لرجل طوله ٦ أقدام •
ولذلك فسيكون من أول أعمال الحملة إقامة هوائى طويل
يقدر الامكان كما هو مبين فى اللوحة ٤ ويعطى الهوائى الذى
يرتفع خمسين قدما مدى يصل الى ستة أميال تقريبا وان كان
هذا سيتم كثيرا لو وجد للقمر أيونوسفير •

ولما كانت سفينة الفضاء لن يكون يكون بها متسع كبير للمعيشة
فتجرى محاولة بعد بضع الرحلات الأولى لاقامة نوع من
الأبنية أو الأكواخ المزودة بالضغط ويحتمل أن يصنع مثل
هذا البناء من القماش المقوى أو البلاستيك بعد نفخه ليشكل
غرفة نصف كروية مزودة بقليل هوائى صغير (على طريقة
الأهوسة التى تقام على الأنهار لانتقال السفن من الناحية المرتفعة
الى الناحية المنخفضة) • ويبدو منظره كأثنية الاسكيمو
الثلجية • وربما يفضض سطحه لعزل الحرارة وسيكون نفخه
بمثابة وضع حجر الأساس للقاعدة القمرية •

وستوجه جميع الرحلات الى القمر لفترة طويلة الى نفس النقطة حتى يمكن تجميع المواد والمؤن حيث تكون أكثر جدوى • فلن تبشر الوارد والجهود على سطح القمر الذى يبلغ ١٢ مليوناً من الأميال المربعة وهى مساحة تساوى مساحة إفريقيا تقريباً • وسيحدد مكان الهبوط الأول بالطبع من المساحات الأولية بالصور التى تجريها الصواريخ الآلية أو التى يقودها انسان • ومن المحتمل أن يكون هذا فى بحر الأمطار (Mare Imbrium) باللوحه ٦ ب وهو أكبر السهول القمرية • وسيكون ذلك المكان بالتأكيد على الوجه المرئى للقمر حتى تتمكن الحملة من الاتصال بالأرض دائماً •

ولن تمضى على أول هبوط الا بضعة سنوات حتى يصبح من الممكن إقامة معسكر صغير على أساس دائم يمون عن طريق خدمة منتظمة من الأرض • وستبذل مجهودات ضخمة لإقامة مرصد به منظار متوسط الحجم • وقد يستحق هذا الأمر بناء سفينة للنفضاء لا غرض لها الا أن تحمل منظاراً عاكساً مقياس فتحة عشرون بوصة مثلاً الى القمر • وهناك يمكن أن يفوق أى جهاز أرضى فى كثير من مجالات البحث • وانعدام الجو يعنى امكان استخدام هذا المنظار لأقصى حدود التكبير دائماً • وليس فى المرات القليلة التى نستطيع أن نتوقع حدوثها على الأرض كل سنة • وبما أن ليل القمر يطول ١٤ يوماً من أيامنا الأرضية فسيكون من الممكن إجراء أنواع من الملاحظات إلا

يمكن اجراؤها على كوكبنا السريع الدوران • وسيتمكن
الفلكيون أخيرا من رؤية النجوم على حقيقتها تحت سماء القمر
السوداء والحالية من السحب تماما •

وللقمر مزايا عديدة جدا كمرصد حتى ان الأجيال القادمة
ستعجب - والحق معها - كيف اكتشفنا أى شيء عن السموات
بينما كنا لا نزال مقيدين الى الأرض • وفى ظروف الرؤيا
التامة على القمر ستحل مشاكل عويصة مثل وجود القنوات
بالمريخ قبل أن تتمكن أية حملة من الوصول الى ذلك الكوكب
بزمن طويل • والواقع أن جميع فروع علم الفلك ستجنى
فوائد هائلة نتيجة ذلك •

وقد يكون هذا المكان مناسباً لتصحيح خطأ يكاد يكون عاما
وهو ان الانسان سيراى النجوم أثناء النهار على القمر • وستكون
النجوم موجودة فعلا لانعدام الجو الذى يطفى عليها ويغطيها
بأشعة الشمس المبعثرة ولكن العين لن تراها لأن وهج الأرض
المضادة بشدة سيجعلها قليلة الحساسية • ولكى تتمكن من
رؤيتها يجب أن نقف فى الظل ونحمى العين تماما من أى
مصدر للضوء ثم نتظر بضع دقائق • وستظهر النجوم عندئذ
أولا بالعشرات ثم بالآلاف - ولكنها تختفى ثانية حالما ندخل فى
ضوء الشمس •

وعندما يحين الوقت لبناء تلسكوبات كبيرة حقا ستكون
المسائل الهندسية المتعلقة ببنائها على القمر أبسط بكثير منها على

الأرض ، لأن الجاذبية المنخفضة تعنى امكان استخدام بنسباء أخف كثيرا ، وان كنا هنا ننظر بعيدا الى الأمام • الى الوقت الذى توجد فيه المستعمرة القمرية وليس مجرد القاعدة القمرية •

وعلم الفلك ليس الا واحدا فقط من العلوم الكثيرة التى ستلقى دفعة هائلة بعد الوصول الى القمر • وعندما نصل الى موضوع محطات الفضاء أو القواعد المدارية سنبحث بتفصيل أكبر بعض نواحي التقدم فى العلوم الطبيعية والأرصاد واللاسلكى والطب التى ستصبح ممكنة فى وجود ظروف كانهخفاض الجاذبية وعدم وجود الهواء وتنطبق جميع هذه النواحي مع بعض التعديلات الصغرى فى حالة القمر •

وقد سبق أن ذكرنا البحث عن الأكسجين والماء وكل الأسباب تؤيد نجاح هذا البحث • فبينما لا يمكن أن تتوقع اكتشاف كمية محسوسة من الأكسجين فى حالته الحرة الا اننا يجب أن نتذكر أن هذا العنصر يشكل أكثر من نصف قشرتنا الأرضية بالوزن ومهما كانت المواد التى يتسكون منها القمر فيغلب أن تحتوى على كمية كبيرة منه • ولهذا فمن جهة المبدأ يمكن استخراجه لو توفر مصدر كاف للقدرة •

وبالمثل فالماء من المكونات الشائعة لكثير من المسواد ويمكن استخلاصه بسهولة بمجرد التسخين • وسيكون من الممكن الحصول على كمية كبيرة من الحرارة أثناء النهار على القمر

بتركيز أشعة الشمس بوساطة مجموعة بسيطة من المرايا المقعرة ، ولو أن مشكلة تداول الكمية الضخمة من الصخور الداخلة في هذه العملية لن تكون مشكلة هينة .

ويهون الأمر كثيرا لو أمكن العثور على الماء في حالته الحرة متجمدا ، وقد أشرنا الى أن ذلك كثير الاحتمال في الكهوف أو على السطح كرواسب مؤقتة . ويمكن عندئذ لو توافرت الطاقة الكهربائية أن نحلله كهربائيا لتوليد الأكسجين . وبذلك نكون المشكلتان الرئيسيتان للحياة على القمر قد حلتا . ونستطيع أن نطمئن الى أنه عندما يحل الوقت الذي تكون فيه الحملات القمرية ممكنة سنستطيع توليد الطاقة الكهربائية على نطاق واسع من المصادر الذرية . وتعطينا وحدة القوى الخاصة بالصواريخ الذرية طاقة كافية لإدارة التربينات والمولدات .

وهناك كثير من الخرج تؤيد نقل القاعدة القمرية تحت الأرض في أقرب فرصة ممكنة ، هذا اذا اتضح أنه من الممكن حفر صخور القمر دون كبير مشقة فمن السهل تكييف الهواء ودرجة الحرارة في سكن تحت الأرض ، كما أن بناءه لن يستلزم نقل المواد من الأرض . ومن الممكن أن نعر على كهوف أو شقق مناسبة يمكن تعديلها الى منازل إلا أن الحدس والتخمين لا يجديان شيئا في هذا الموضوع في الوقت الحاضر . وسيكون البحث بعد الهواء والماء - وربما قبلهما عن مواد يمكن منها استخلاص الوقود للصواريخ . وقد يكون حل

هذه المشكلة هو الماء مرة ثانية • فهو كما أشرنا فى الفصل السابع من مادة دافعة • محتملة (وان لم تكن أفضل المواد) للصواريخ الذرية • فاذا حلل كهربائيا لىولد الأيدروجين والأكسجين ، أمكن أن يدير الصواريخ الكيميائية التقليدية • وحالما يصبح التزود بالوقود على القمر ممكنا فان الموقف يتغير كليا وتحسن اقتصاديات السفر فى الفضاء عشرة أضعاف أو أكثر وقد يكون حدوث ذلك شرطا ضروريا قبل أن نستطيع التفكير فى الحملات الى الكواكب (بمقارنتها بمجرد الاستكشافات المدارية)

وهذا الأمر من الأهمية بحيث يجدر بنا أن نسوق بعض الأرقام الفعلية • فالسفينة التى تترك الأرض يجب أن تحصل على سرعة ٢٦٠٠٠ ميل/الساعة لتتمكن من الطيران الحر الى الزهرة على أكثر الطرق اقتصادا • أما اذا قامت من القمر فسرعة البداية لنفس الرحلة لا تزيد عن ٧٠٠٠ ميل/الساعة وذلك لصغر جاذبية تابعنا • فاذا حدث أن استطعنا الحصول على مقادير كبيرة من الوقود على القمر فانه يصبح مفتاح المجموعة الشمسية كلها • وعندئذ تزود سفن الفضاء التى تقوم بأى رحلة بين الكواكب بالوقود فى القمر عند الذهاب وبعد العودة • ولن تهبط هذه السفن على القمر فى الغالب ولكنها ستدور فى مدارات حول القمر بينما تأتى لها بالوقود من السطح صواريخ خاصة قصيرة المدى •

وعندئذ يكون من الأسلم اقتصاديا أن تزود سفن الفضاء
التي تخرج من الأرض بعد وصولها للسرعة المدارية حول
الأرض ودورانها خارج الغلاف الجوي بالوقود من القمر .
فان نقل وقود الصاروخ مسافة ربع مليون ميل من القمر
سيكون أقل كلفة من رفعه بضعة مئات من الأميال على الأرض !
وهناك احتمال آخر جدير بالذكر . فان فكرة مدفع
القضاء التي استبعدت بالنسبة للأرض تعود للظهور هنالعدم وجود
جو للقمر . كما أن سرعة الافلات المنخفضة نسبيا (٢٠٠٠ ر ٥
ميل / الساعة بالمقارنة بـ ٢٥٠٠٠ ميل / الساعة بالنسبة
للأرض) تجعل هذا المشروع أكثر جاذبية . ولن يكون هذا
الجهاز عبارة عن مدفع بالمعنى المألوف لهذه الكلمة ولكنه طريق
للاطلاق أفقي أو مائل الى أعلى قليلا قد يدار بالكهرباء .

فاذا أردنا اطلاق أى شئ بعيدا عن القمر يكون اجراء ذلك
بوساطة منشأة أرضية ثابتة (لاحدود لوزنها) أكثر اقتصادا
من أى جهاز صاروخي . ولن يكون استخدام هذا القاذق
لسفن الفضاء التي بها ركاب عمليا ، فالتسارع محدود في تلك
الحالة يعنى أن طوله يجب أن يكون نحو مائة ميل . أما
خزانات الوقود ، فيمكن اذا أحسن تصميمها أن تتحمل تسارعا
قد يبلغ مائة جاذبية ، ويمكن أن تقذف الى الفضاء بوساطة
قاذف يبلغ طوله ميلين فقط . وعندئذ نستطيع ملاقاتها وهي
على أبعد نقطة لها عن القمر عندما تكون سائرة ببطء بالنسبة

لسفن الفضاء التي تدور حول القمر في مدار على نفس المسافة (وهذا التلاقى يشكل بعض المسائل المسلية ويمكن أن يخل بطرق عديدة ولكننا ستركها كتمرين للقاريء) • وإذا قذفت هذه الخزانات كما قد يحدث بسرعة أقل من سرعة الافلات فان الخزانات الفارغة ستصطدم بالقمر ثانية بعد بضعة ساعات • ومن السهل حساب نقطة الاصطدام فلن يعد هذا عيبا خطيرا • وعلى العموم فهناك متسع على القمر لهبوط الخزانات الفارغة دون زيادة ملحوظة في عدد الفوهات الموجودة !

وتموين المستعمرة بالطعام مشكلة معقدة ولا يمكننا هنا الا أن نشير اليها اشارة سطحية • وهناك طريقان واضحان لحل هذه المشكلة : التركيب الكيميائي الخالص أو المزارع المائية • وكلا الطريقتين علمية أو على الأصح ستكون كذلك عندما تظهر الحاجة اليها •

وليس مستحيلا تماما - على فرض العثور على التربة المناسبة المناسبة أو صاعتها - تطوير النباتات بحيث تنمو وتزدهر دون وقاية على سطح القمر • وقد تستخدم في ذلك النباتات القمرية اذا كانت توجد حقيقة •

وحتى نعرف الاجابة على أسئلة من هذا النوع لن نستطيع القول ان كان سكان القمر في المستقبل سيكونون بضعة علماء ، أو ملايين من الناس يعيشون حياة مريحة وعادية جدا بالنسبة لهم في مدن ضخمة مغلقة تماما • والاحتمال كبير في أن

تكون أعظم المنجزات الفنية فى القرون القليلة القادمة فى مجال ما يمكن أن نسميه « هندسة الكواكب » أى إعادة تشكيل العوالم الأخرى لتلائم مطالب الإنسان • وإذا كان لدينا من القوة والعلم الكفاية (ولا بأس بشيء من الحكمة أيضا) فلا شيء مستحيل ما دام لا يتخطى قوانين الطبيعة • وسنعود الى هذا الموضوع عند بحث الكواكب الأخرى ، الا انه من الواضح الآن أن غزو القمر سيكون المقدمة الضرورية للمشاريع البعيدة والأكثر طموحا • وستعلم المهارة والفنون التى قد تأتى بالحياة فى يوم من الأيام لعوالم متباعدة كعطارد وبلوتو فوق تابعا والأرض قريبة منا لتمد لنا يد العون •

وقد جاولنا فى اللوحة الأولى تصوير القاعدة القمرية بعد انقضاء عدة عقود على تأسيسها • وفى الوسط نرى المبنى الرئيسى للقاعدة وهى المنطقة السكنية وفوقها المرصد • وعلى بعد بضعة أميال الى اليسار يوجد ميناء الفضاء مع ما يتصل به من خدمات وخزانات الوقود وما الى ذلك • وفى مقدمة الصورة الى اليسار جهاز اطلاق كهرومغناطيسى فى دور الانشاء •

والجسم الذى يرى عن بعد فى وسط الصورة ويشبه مدفأة كهربائية كبيرة هو محطة للطاقة الشمسية تجمع أشعة الشمس وتركزها على أنابيب تحمل محتوياتها الساخنة الى التربينات • وقد ركب الجهاز على محور بحيث يتبع حركة

الشمس طوال النهار • ومحطة القوة هذه قد تكون فكرة جذابة جدا على القمر حيث تستمر أشعة الشمس دون انقطاع طيلة ١٤ يوما أرضيا (وقد ظل الروس يطورون محركات مشابهة لاستعمالها في القطب الشمالى لبضع سنين وذلك لعدم وجود أى مصدر آخر للطاقة هناك ولأن الشمس تستمر في الصيف بضعة أسابيع) ويمكن الاحتفاظ بمثل هذه الوحدة كاحتياطي حتى بعد أن تصبح الطاقة الذرية أرخص وأسهل في الاستعمال عن الطاقة الشمسية •

أما الأنابيب الخضراء التي تحيط بالقاعدة فهذه هي البيوت الزجاجية المزودة بالضغط للمزارع المائية وهذا النوع من الزراعة الذي يعرف أحيانا بالزراعة دون تربة يبدو مناسباً للأحوال في القمر حيث الأماكن المغلقة المحدودة • وتسند النباتات على شباك فوق أحواض تجري فيها السوائل الغذائية للنبات • وفي توفر ضوء الشمس يمكن تنمية محاصيل كبيرة بسرعة •

ولما كانت الطائرات المعتادة لا تستطيع أن تعمل على القمر عديم الهواء ، فإن المواصلات الطويلة المدى ستكون مشكلة كبيرة • فالصواريخ ليست اقتصادية حتما للمسافات البسيطة • ويبدو محتملا أن تستخدم السكك الحديدية بكثرة • وستستخدم العربات المكيفة الضغط ذات الاطارات المتفخخة الكبيرة لنفس الأغراض التي تقوم بها على الأرض تقريبا

وستكون محرّكاتها كهربائية تعمل بوساطة المراكم أو تربينية
تعمل بوقود الصواريخ • اما مباشرة كما في المحرك التربينى
الغازى واما عن طريق وسيط •

والقاعدة القمرية التى بناها هنا تبدو هائلة ان لم نقل خيالية
غير أننا يجب أن نذكر أن قرنا كاملا قد يقع بينها وبين المنظر
فى اللوحة الرابعة وهذا زمن كفى بمساعدة الطاقة الذرية
لتغير وجه أى عالم •

الفصل الثانى عشر

الكواكب الداخلية

سنتم فى هذا الفصل دراسة المجموعة الشمسية التى بدأناها فى الفصل الثانى مركزين اهتمامنا هذه المرة على الأحوال الطبيعية للكواكب وليس على أحجامها وأبعادها - ومع ذلك فيحسن أن نعيد النظر الى الشكل ١ لتذكر هذه الأحوال .

تنقسم الكواكب لأسباب نجعلها الى طبقتين تماما . الكواكب الصلبة الصغيرة نسييا كالأرض وعطارد والمريخ والزهرة وبلوتو ، وتتراوح أحجامها من قطر ٨٠٠٠٠ ميل فما دون ذلك ، ولها جميعها كثافة تزيد عن كثافة الماء عدة أضعاف . ويمكن أن نسميها بالكواكب من النوع الأرضى ، ومن المحتمل أنها تحتوى على نفس المواد الموجودة على الأرض تقريبا (وإن كان يحسن ألا نجعل بلوتو فى هذا الجمع لأننا لا نعرف عنه شيئا تقريبا الا قطره)

ومن جهة أخرى فهناك الكواكب الجبارة - المشترى وزحل وأورانوس ونبتون ويبلغ قطر أصغرهما أربعة أضعاف قطر الأرض ، ولكن كثافتها منخفضة جدا (فهي فى حالة زحل

أقل من كثافة الماء) • ولهذا فنحن مضطرون أن نستنتج أن هذه الكواكب الأربعة الجبارة غازية أو سائلة جزئياً وقد نحوى على نواة صلبة على عمق كبير تحت غلاف جوى بالغ الكثافة • وتؤيد المشاهدات التلسكوبية هذه النظرية إذ تظهر على المشتري وزحل تغيرات - كالاضطرابات الواسعة المدى - يستبعد حدوثها لو كانا جسمين صلبين •

وبالإضافة إلى الكواكب تحتوي المجموعة الشمسية على آلاف الكويكبات التي تتراوح أقطارها من ٤٨٠ ميلاً حتى مائة يزيد عن بضع ياردات • وهي تحتل نطاقاً عريضاً بين المريخ والمشتري وإن كان بعضها يصل في تجواله إلى الخارج حتى زحل • ويصل البعض الآخر إلى الداخل حتى عطارد قريباً من الشمس وكثيراً ما تكون مداراتها لا مركزية ومستواها مائلاً على مستوى مدار الأرض بدرجة كبيرة • وتشترك معها في هذه الصفة الأخيرة طائفة أخرى من الأجسام الجوّالة حول الشمس وهي المذنبات ، تلك الكتل الضخمة من الغازات المنخفضة الكثافة إلى حد بعيد ، والتي طالما أثارت الرعب في قلوب بني الإنسان بظهورها في السماء ويقترون الكثير منها بطريقة ما بأسراب النيازك التي تكتسح الفضاء فلا نراها حتى تدخل جو الأرض •

ولنتظر أولاً إلى الكواكب بالترتيب الذي ستزورها به على قدر استطاعتنا على التنبؤ بهذا الترتيب • وكما سبق أن رأينا

فلا فرق يذكر بين المريخ والزهرة في هذا الصدد . فالوصول الى الزهرة أسرع ، الا أنه يستهلك طاقة أكبر قليلا ، على الأقل اذا كنا سنهبط على سطحها .

ومشكلة الزهرة التي تسمى أحيانا شقيقة الأرض مشكلة مثيرة للأعصاب فهي تقترب من الأرض حتى تصبح المسافة بينهما ٢٥ مليون ميل ، ولهذا فقد يظن أننا نعرف عنها الشيء الكثير . الا أننا في الواقع نجهل عنها كل شيء تقريباً حتى فترة دورانها حول نفسها وهي الحقيقة الأساسية التي نعرفها عن الكواكب الأخرى جميعاً فيما عدا بلوتو الصغير البعيد .

والتشابه بين الزهرة والأرض يبدأ وينتهي بالحجم . فحجم الزهرة أقل من حجم الأرض بنحو ٤٪ فقط وجاذبيتها تقل عن جاذبية الأرض بنسبة ١٠٪ وهو نقص لن نحس به في الغالب وتكون الزهرة أقرب الى الشمس كثيراً يعني أن متوسط درجة حرارتها أعلى كثيراً من المتوسط الأرضي ، الا أن المناطق القطبية ونطاقاً عريضاً في خطوط العرض العليا تكون محتملة بالنسبة لنا - هذا لو كانت العوامل الأخرى متساوية .

ولكنها ليست كذلك ، فالزهرة تظهر في المنظار هــلـلـا فـضـيـا لامعا لا تبدو عليه في أحسن الأحوال الا علامات باهتة سريعة الاختفاء . بل والمعتاد ألا تظهر عليه أي علامات على الإطلاق . فلا أثر هناك للجبال والوديان التي تجعل القمر يجتذب انتباه الكثيرين . كما لا تظهر هناك الطوائف القطبية

أو الصحارى التى نراها على المريخ • فوجه الزهرة يخلو
تماما من الملامح - أو ان اردنا الدقة فهو يختفى عنا دائما
وراء السحب • وهذه السحب هى التى تجعلها أكثر الأجرام
السماوية لمعانا - وهى تلمع لدرجة أنه من السهل رؤيتها فى
النهار لو علمنا أين ننظر بالضبط • هذه السحب تحجب عن
الزهرة روعة النجوم كما تحجب عنها ضوء الشمس الكامل •
ومن المحتمل أن ضوء الشمس المباشر لا يصل الى سطح
الكوكب أبدا بحيث تكون الاضاءة عليه لا تزيد عن ضوء
الشفق عندما يرى من تحت سطح الماء حتى لو كان الوقت
ظهرا •

ومن غوامض هذا الكوكب - وهو الغامض بما فيه الكفاية -
أن سحبه لا تتكون من الماء فى الظاهر • فلم يكتشف المطياف
أى أثر للماء أو الأكسجين ، أما الغاز الوحيد الذى اكتشف
على الزهرة فهو ثانى أكسيد الكربون وتوجد من هذا الأخير
كميات هائلة • ويحتمل أن تكون الكمية الموجودة منه فوق
سحب الزهرة ألف مرة قدر ما يوجد منه فى جونا كله •

أما ما يقع تحت هذه السحب فلا نملك حيلة الا الحدس
والتخمين • ولما كان ثانى أكسيد الكربون من أثقل الغازات
الثابتة فليس هناك أمل فى وجود الأكسجين على ارتفاعات
منخفضة فهو يطفو الى السطح لو وجد لأنه أخف من ثانى
أكسيد الكربون •

وقد افترح البعض أن هذه السحب تتكون فى الحقيقة من
الغبار الذى تثيره باستمرار الزوابع والأعاصير التى تصف بين
جانبى الكوكب البارد والحر . وهناك اعتراض على هذه
الفكرة المعقولة - وإن لم تكن سارة . وهو أنها لو صحت لما
كانت تلك السحب بذلك البياض الناصع ، فستكون دون شك
بنية أو رمادية غبراء .

وثبتت قياسات الحرارة التى يشعها الجانب المظلم من الكوكب
(جانب الليل) ، أن الزهرة تدور ببطء حول محورها .
فهذا الجانب على درجة أعلى كثيرا مما لو كان الكوكب يحتفظ
بوجه واحد فى مقابله الشمس دائما . ومن الناحية الأخرى
فلا ريب أن فترة دوراتها أكبر كثيرا من يوم الأرض لأنها لو
كانت تدور بسرعة لكان المطباف كفيلا بالكشف عن ذلك
ولهذا يقدر يوم الزهرة بعشرة أمثال يومنا على الأقل بل
ويرجع أن يكون قدره عشرين مرة .

ومن الحقائق السابقة نرى أنه لا أساس للمفكرة الشائعة بأن
الزهرة عالم من المحيطات والمستنقعات يعلوها البخار متصل
كوكبنا منذ آلاف الملايين من السنين وقد تسكنه أشكال بدائية
من الحياة . فوجود المحيطات بعيد الاحتمال ، فقد كنا نستطيع
اكتشاف بخار الماء الناتج فى تلك الحالة . وكذلك لا يحتمل
وجود نباتات من النوع الأرضى على الأقل ، لأن النباتات
النامية تطلق الأكسجين الذى لم يكتشف له أى أثر . وقد

تكون الزهرة كوكبا في فترة بدائية من طريق التطور حتى ان الحياة لم تجد الفرصة للظهور عليها بعد • وان كان هذا يبدو مخالفا لما نتوقعه نظريا • فالكواكب جميعا يبدو أنها تكونت في نفس الوقت تقريبا ، ولما كانت الزهرة أصغر من الأرض قليلا فقد نتوقع أن تسبقنا في طريق التطور ولا تتأخر عنا . وفي هذه الحالة يصبح الأقرب الى المعقول أن تصور وجود أشكال من الحياة أكثر تقدما مما نجد على الأرض وان كانت من نوع غريب عنا تماما ، لا ان تنتظر وجود حيوانات تشبه ماضينا البدائي •

ولو وجدت على الزهرة كائنات ذكية (وقلة معلوماتنا في هذا الموضوع تجعل أى محاولة للتكهن بتفصيل ذلك عديمة القيمة) - فلا ريب أن تاريخ تطورها العلمى يختلف تماما عن تاريخ تطورنا • فقد بدأت العلوم على الأرض بالفلك ، وتعلم الانسان بعد أن راقب السموات أن القانون والنظام يسودان في جزء من الطبيعة على الأقل ثم تدرج من ذلك ليجد أن هذا القانون وذلك النظام يتحكمان في مظاهر الطبيعة جميعا ، فاذا كانت سحب الزهرة سميكة ومستديمة بحيث لا يستطيع السكان أن ينظروا الى الفضاء ، فلا ريب أنهم قد تقدموا في العلوم الأخرى قبل أن يصلوا الى علم الفلك • ولن يبدأ أهل الزهرة دراسة النجوم قبل أن ينتجوا طائرات تحملهم فوق السحاب ، أو أجهزة لاسلكية تستطيع أن تلتقط الموجات التي

تأتى من المجرة والتي لم نكتشفها نحن الا فى عهد حديث •
ولو لم يكن لدى أهل الزهرة المزعومين الا اللاسلكى كوسيلة
للدراست الفلكية ، فلا شك أن فكرتهم عن الكون ستكون
غريبة ، فسيعرفون الكثير عن تكوين المجرة ومع ذلك فقد لا
يستطيعون التكهن بحقيقة طبيعتها كما سيعرفون الكثير عن
شكل وحجم وحتى بعد الشمس المخفية • ولكنهم لن يعلموا
شيئا عن وجود الكواكب الأخرى التى لا تصدر عنها موجات
لاسلكية أو قل لم تصدر عنها موجات لاسلكية حتى وقت قريب
ان شئت الدقة •• فى السنين الألى بعد سنة ١٩٤٠ ، كان
أهل الزهرة يستطيعون لو كانت لديهم أجهزة استقبال تعمل
على الموجات الستيمترية أن يلتقطوا اشارات أول أجهزة
رادار عالية القدرة تعمل على الموجات القصيرة جدا لو مرت
أشعتها فى الاتجاه الصحيح • ونستطيع أن نتخيل دهشة
علماء الزهرة واهتمامهم عند اكتشاف ذلك المصدر الغريب
للاشعاع القريب منهم جدا ويستطيعون اكتشاف قرب مصدرها
بعد مشاهدات عدة أيام لأنه ينتقل بسرعة بالنسبة لاشعاع المجرة
الثابت وبعد بضعة شهور يستطيعون أن يعلموا أن هذا المصدر
يدور حول الشمس على مدار يشبه مدار كوكبهم وان كان ذا
قطر أكبر • وقد تكون هذه أول لمحة يدركون معها أن كوكبهم
ليس هو الوحيد فى الفضاء •

وقد يكون الوصول الى الزهرة من المشاكل البالغة الصعوبة بالنسبة للملاحى الفضاء الأوائل • وقد تمر سنين عديدة قبل اجراء أى محاولة للهبوط خلال سحبها • وسيكون هناك قبل ذلك خرائط رادارية تفصيلية لسطح الكوكب تبين التفاصيل الدقيقة للشواطىء ان وجدت وللتضاريس الأخرى كالأنهار والبحيرات • وحتى لو كانت الزهرة صحراء تصف فوقها الرياح ولا تحتوى أى علامات أرضية ظاهرة فمن الممكن الحصول على خرائط كوتورية دقيقة للارتفاع بوساطة الرادار •

وليس للزهرة توابع • وهذا نقص لا يشاركها فيه الا عطارد وربما بلوتو • ومع ذلك فلو وجدت البحار على الكواكب فلن تخلو من المد والجزر فالشمس فى هذه الحالة تير فيها المد والجزر أكبر مما بنير القمر فى الأرض • وبما أن اتجاه المحاور القطبية للزهرة لس معروفا فلا نستطيع أن نقرر ان كان للكوكب فصول كفصولنا • وستكون هذه الفصول ان وجدت أقصر من فصولنا كثيرا فطول سنة الزهرة ٢٢٥ يوما فقط •

ولعله من المريح لأعصابنا المكدودة أن نترك هذا الكوكب المزعج ونذهب لنجرب حظنا فى مكان آخر • ولا تقابلنا فى حالة المريح سحب لا نستطيع اختراقها فنحن نستطيع رؤية وجه الكوكب الحقيقى ويمكننا أن نضع خرائط للملاحة الرئيسية •• زيادة على ذلك فان المريح يدير وجهه المضى نحونا تماما

عندما يكون على أقرب بعد منا بعكس الزهرة التي تمر بيننا وبين الشمس في مثل هذه الحالات فلا نراها إطلاقاً .

وبالرغم من هذه المميزات فإن معلوماتنا عن الكوكب تتخللها فجوات كبيرة كما أن هناك تفسيرات متناقضة للحقائق المعترف بها . والراصد للمريخ ، لبعده العظيم حين يستخدم منظارا كبيرا في ظروف رؤية حسنة يكون مثل شخص ينظر الى القمر بعينه المجردة أو بمنظار أوبرا ضعيف على أحسن تقدير وبرغم أننا نمتلك مناظير تستطيع أن تقرب المريخ الى عشر بعد القمر الا أن استخدام مثل هذا التكبير ليس عمليا لأن جونا ليس مستقرا بما فيه الكفاية . فزيادة قوة المنظار تبدأ بعد قليل في عدم اظهار تفاصيل أدق بل وعلى العكس تبدأ في اظهار تفاصيل أقل . ويشبه ذلك أننا حين ننظر الى صورة في جريدة خلال عدسة مكبرة فإن زيادة قوة التكبير لا تظهر الا خشونة النقط التي تتكون منها الصورة . ومما يزيد الأمور سوءا أن مدار المريخ لا مركزي بدرجة كبيرة بحيث لا يقترب منا بشكل واضح الا في فترات نادرة . ويكون أحسن اقتراب له مرة كل ١٥ عاما (والمرة القادمة ستكون سنة ١٩٦٥)

ولنبحث أولا الحقائق المسلم بها عن جارتنا الصغير . فحجمه

أكبر قليلا من نصف حجم الأرض (اذ يبلغ قطره ٤٢٠٠ ميل) وبذلك فمساحة سطحه ربع مساحة سطح الأرض . وبما أن ثلاثة أرباع سطح الأرض تغطيه المياه ، ولعدم وجود

محيطات على المريخ ، فمساحة سطحه تساوى مساحة اليابسة على الأرض تقريبا .

ويوم المريخ يساوى يومنا الأرضى تقريبا فهو يزيد عنه بنصف ساعة فقط كما أن ميل محور الكوكب مثل ميل محور الأرض تقريبا . ولهذا فللمريخ فصول كفصولنا ولكنها فى ضعف طولها تقريبا لأن سنة المريخ تمتد ٦٨٧ يوما . ولهذا الفصول المتغيرة كما سنرى آثار هامة نستطيع مشاهدتها بالرغم من ملايين الأميال من الفضاء التى تفصل بيننا وبينه .

وتظهر على المريخ فى التليسكوب ثلاثة أنواع رئيسية من العلامات السطحية ، وأكثر هذه العلامات بروزا هى الطواقى القطبية اللامعة التى تمتد وتضمحل فى نصفى الكرة على التوالى ، فتختفى تقريبا فى الصيف ، وتهبط الى منتصف المسافة بين القطب وخط الاستواء فى الشتاء . وهناك البقع الحمراء أو البرتقالية التى تغطى نصف الكوكب . ولا تلمع هذه كالطواقى القطبية ولكنها فى مثل بروزها ووضوحها . وأخيرا توجد المناطق القائمة غير المنتظمة التى تكون نطاقا حول المريخ بموازاة خط الاستواء تقريبا (انظر اللوحة الثامنة .

وهذه هى العلامات الثابتة وبالإضافة الى ذلك فىمكن مشاهدة سحب فى بعض الأوقات وأحيانا يرى الضباب مما يثبت أن للمريخ جوا يمتد مسافة كبيرة .
والطريقة التى تتغير بها الطواقى القطبية تجعلنا نعتقد أنها

تكون من الجليد ، وهذا هو التعليل الذى يقبله الجميع فى الوقت الحاضر غير أن هذه الطواقى يجب أن تكون أقل سمكا بكثير عن القشرة الدائمة البالغة السمك التى تقع على قطبيننا • ويتضح هذا نظرا لأن حرارة الصيف الضعيفة فى المريخ تكفى لأن تجعلها تنقلص الى درجة كبيرة حتى ان الطاقة الجنوبية تختفى تماما فى بعض الحالات • ولذلك فلا يمكن أن يزيد سمكها عن بضع بوصات أو ما يساوى هبوط القليل من الثلج لدينا •

ولا تظهر على المناطق البرتقالية التى تضى على الكوكب لونه المميز أى تغيرات موسمية • ويظن معظم العلماء أنها صحارى • ويجب ألا تستحضر هذه الكلمة أمام أعيننا صورة لأراض جرداء تعلوها الرمال • فصحراء المريخ تضم من الألوان الزاهية الكثير • وكثيرا ما أطلقت عليها أوصاف مثل : فى لون الطوب الأحمر ، وبرتقالية مائلة للصفرة وقد تشبه صحارى أريزونا ذات المناظر الغريبة • ويظن البعض أن هذا اللون الأحمر المميز ناتج عن وجود أكاسيد معدنية وبالذات أكسيد الحديد فلو صح هذا فهو يعنى أن المريخ عالم قد علاه الصدأ •

• ومن المحتمل أن تكون صحارى المريخ منبسطة الى حد كبير • فلو وجدت بها أى جبال مرتفعة لتمكنا من اكتشافها بما تحدثه من تعرج فى الخط الفاصل بين الليل والنهار •

ومع ذلك فليس هناك ما يمنع وجود تلال أو هضاب ترتفع لمسافة ميل أو ميلين • وهناك فعلا من الأدلة ما يشير الى وجود جبال قرب القطب الجنوبي ، اذ أن الطاقة القطبية تنشق أحيانا الى قسمين أثناء تقلصها تاركة بقعة بيضاء معزولة تقع دائما في نفس المكان وهو ما توقعه لو كانت هناك منطقة مرتفعة من

الأرض في ذلك المكان •

ومما لا شك فيه أن أكثر مناطق المريخ اثارة للاهتمام هي المناطق القائمة التي تبدو عليها تغيرات موسمية ترتبط بذوبان الطواقى القطبية • وقد ظن الراصدون الأوائل أن هذه المناطق بحار وهو الفرض الطبيعي ، فما كان منهم الا أن أطلقوا عليها اسم « البحار » (Maria) وبذلك تكرر تاريخ التسمية القمرية • وبالرغم من أننا نعلم الآن أن المريخ يخلو من البحار كالقمر الا أن الأسماء بقيت على حالها (ومن أكثر هذه الأسماء خيالا : بحر الظلمات (Mare cimmerium) والبحر

الثعباني (Mare Serpentis) وبحر الحيتان (Mare Sirenium) ومع ذوبان الطواقى القطبية في الربيع وفي أوائل الصيف ، يبدأ نطاق الظلام في الانتشار ببطء نحو خط الاستواء ، عبر « البحار » ومن الواضح أن هذا التغير يحدث نتيجة لاطلاق الماء من القطبين حتى لنكاد نجزم بوجود النباتات • (ومن المعقول طبعا أن يكون هذا التغير نتيجة لتفاعلات كيميائية بين رواسب معدنية من نوع ما ، الا أنه لا معنى لتقديم هذا التعليل

المعقد بدلا من التعليل الأوضح والأبسط) • والتغيرات التي تحدث في الألوان تشبه ما قد نراه لو نظرنا الى أرضنا من الفضاء الى حد كبير • فالبحار تكون طوال الجزء الأكبر من السنة في المريخ زرقاء مخضرة أو زرقاء • ولكنها تصبح في أواخر الشتاء وأوائل الربيع بنية بلون الشيكولاتة •

ولكن قبل أن تسرع في الحكم بالنسبة لوجود الحياة في المريخ يجب أن نبحث ما لدينا من المعلومات عن جو • فالحقائق التي يكشفها المطياف مخيبة للآمال : فلا أثر هناك للأكسوجين ، ولدينا من التجارب ما نستطيع معه اكتشاف هذا الغاز حتى لو كانت نسبته جزءا من ألف من نسبة وجوده في جونا • وقد اكتشف ثانى أكسيد الكربون فعلا ونسبة وجوده ضعف نسبته على الأرض تقريبا • ولم يكتشف بخار الماء في الجو ولكن خطوطا في الطيف عند منطقة الأشعة دون الحمراء ناتجة عن الجليد شوهدت في الطوافي القطبية •

أما ضغط الهواء عند سطح المريخ فهو منخفض جدا ، فقد لا يزيد عن جزء من خمسة عشر جزءا من الضغط على سطح البحر عندنا • ولكي نجد مثل هذا الضغط المنخفض على الأرض يجب أن نرتفع الى أعلى من قمة جبل افرست • وحتى لو كان جو المريخ يتكون جميعا من الأكسجين النقي لما استطعنا الحياة فيه ، أما وهو لا يحتوى على أى أكسجين على الإطلاق فهذا ينفي وجود أى شكل للحياة الحيوانية المشابهة

لما يوجد على الأرض • ومن المحتمل أن معظم جو المريخ يتكون من الغازات الحاملة كالتروجين والأرجون • وبالرغم من انخفاض الضغط الى هذه الدرجة فإن جو المريخ عميق جدا ، فالجاذبية المنخفضة (نحو ثلث جاذبية الأرض) تعنى بطء تناقص الكثافة مع الارتفاع عما يحدث على الأرض • يؤيد ذلك رؤية سحب يصل ارتفاعها الى عشرين ميلا فوق سطح المريخ •

وبالرغم من طبيعة جو المريخ الرقيق الا أنه ليس شفافا بدرجة غريبة • كما انه يحجب الضوء في الطرف الأزرق من الطيف عادة • ولا نعرف السبب في ذلك ، وان كنا نميل الى الاعتقاد بأنه نتيجة لوجود غبار ناعم في الجو ، ومع ذلك فمن الصعب أن تصور كيف يستطيع مثل هذا الغاز الخفيف حمل الكثير من المواد الصلبة •

ولكن هذه النقطة الغامضة بالذات ليست في أهمية الحقيقة التي لا شك فيها وهي أن جو المريخ خفيف جدا ولا يحتوى على أى أكسجين وهذا الأكسجين لم يفقد في الغالب ولكنه ما زال هناك ، مقيدا في الصحارى التي تغطي الجزء الأكبر من الكوكب • •

وقد تستطيع النباتات المزيخية ان وجدت أن تحصل على حاجتها من الأكسجين من التربة بدلا من الجو • ويجب أن نذكر أن باقى المواد الخام اللازمة للحياة النباتية وهي ثاني

أكسيد الكربون والماء وضوء الشمس موجودة جميعها بالتأكيد
في المريخ .

أما احتمالات وجود الحياة الحيوانية فهي ضئيلة نوعا ، الا اذا
كان التطور قد أنتج كائنات لا تحتاج الى الأكسجين مطلقا .
وفيما عدا ذلك فالظروف على الكوكب لا تمنع وجود الحياة
الحيوانية تماما . وقد توجد به أشكال من الحياة تماثل بعض
الأنواع الموجودة على الأرض . أما الضغط المنخفض وندرة
الماء فهي عوائق يمكن التغلب عليها بطرق الهندسة البيولوجية
التي قامت الطبيعة بتطويرها فعلا على الأرض .

وبالرغم من بعد المريخ الكبير عن الشمس الا أن الحرارة
على الكوكب ليست منخفضة بحيث تعرقل الحياة الى حد
بعيد . وقد سجلت درجات للحرارة بالازدواج الحرارى بلغت
٨٠° فهرنهايت ظهرا خلال الصيف . كما أن المناطق
الإستوائية لن تكون أكثر برودة من مناطقنا المعتدلة في المتوسط .
ومع ذلك فمدى التغير في الحرارة أكبر كثيرا وبذلك فإن ليالى
المريخ وشتاءه قارصة البرودة .

ويجدر بنا أن نذكر هنا أن تغير الفصول لن يسبب مشقة
كبيرة للأشكال الحيوانية المتحركة . فالهجرة من أحد
نصفى الكرة الى الآخر مع اختلاف الفصول سهلة مسهورة
لصغر الكوكب وطول السنة وانعدام الحواجز الجغرافية .
والسرعة المطلوبة هي خمسة أو عشرة أميال في اليوم في

المتوسط فقط • أما أشكال الحياة غير المتحركة فقد تلجأ الى النوم الشتوى كما تفعل نباتات قطبنا الجنوبي •
ويحتمل أن يكون نقص الماء واحدا من أكبر العوائق للحياة على المريخ • ولهذا فالذوبان السنوى للثلوج القطبية يعتبر ذا أهمية قصوى • ومن المحتمل أن الماء يحمل جنوبا من الأقطاب على هيئة بخار وليس فى حالته السائلة • وبالرغم من أن ضغط الهواء فى المريخ مرتفع بدرجة تسمح بوجود الماء السائل الا أننا لم نشاهد منه شيئا ، هذا مع العلم بأن تجمعات للماء لا يزيد عرضها عن بضعة مئات من الياردات يمكن أن تكتشف بواسطة انعكاس أشعة الشمس عليها - وهى خاصية تظهر بوضوح لأى مشاهد ينظر الى الأرض من الفضاء •

ومن الممكن أن تتكون بحيرات مؤقتة حول الطوائى القطبية فى الربيع ، ويشاهد عندئذ اطار قائم حول الثلج الذائب بالفعل • ولا نستطيع من الأرض أن نرى أشعة الشمس المنعكسة من بحيرات على خطوط العرض المرتفعة هذه وبذلك فالاختبار الذى ذكرناه آنفا لا يمكن تطبيقه على هذه المناطق •

ويميل المرء الى افتراض أن المناطق الداكنة فى الكواكب قد تكون قيعان بحار قديمة على مستوى ينخفض عن مستوى الصحارى المحيطة بها ولكننا لا نجد من الأدلة المباشرة ما يؤيد هذا الفرض •

ونرى فى شكل A العلامات الجغرافية (أو الايروغرافية

(Aerographical) لهذا الكوكب موضحة على خريطة باسقاط ميركاتور (Mercator projection) ويجب أن نوضح أن هذه التفاصيل جمعت خلال سنين من المراقبة بواسطة راصدين كثيرين . وبالإضافة الى ذلك يظهر على قرص الكوكب عدد ضخم من العلامات الصغيرة جدا والتي لا تلمع الا في لحظات الرؤية التامة ولا يمكن تمثيلها على أى رسم . وربما يكون هذا المكان مناسباً لذكر شيء عن القنوات التي كثر عنها الحديث وهى تلك الشبكة من الخطوط الرفيعة المتقاربة التي شاهدها سكياباريلى (Schiaparelli) ولويل (Lowell) فى أواخر القرن الماضى . وكان لويل يعتقد أن هذه القنوات تشكل نظاماً ضخماً للرى أقامه جنس ذكى لحفظ موارد مياهه المتضائلة . ولا يقبل هذا التفسير الآن الا القليل من الفلكيين ، ولا يؤمن أغلبهم بوجود القنوات أصلاً . مع أنه لاشك فى وجود مجموعة كبيرة من العلامات الخطية الغريبة على الكوكب فعلاً . وهذه الخطوط وان كانت ليست جميعها متصلة تماماً الا أن الكثير منها يبدو منظماً على شكل خطوط مستقيمة . ولا يعنى هذا أنها يجب أن تكون صناعية فقد تكون مجارى أنهار قديمة أو أخاديد أو غيرها من التشكيلات المناسبة . ونستطيع القول بأنه لا يوجد اليوم من الفلكيين الا القليل ممن يعتقدون بوجود أى دليل بسيط على وجود حياة ذكية على المريخ . أما من يجد هذا مخيلاً لأمله فيمكننا أن

نذكره بأنه ليس محتملا أن يكتشف أهل المريخ وجود الحياة
الذكية على الأرض لو أن تلسكوباتهم لم تكن تفوق
تلسكوباتنا (١)

وللمريخ تابعان صغيران قطرهما عشرة أو عشرون ميلا
فقط . ويقع فوبوس (Phobos) وهو أقربهما الى الكوكب
قريبا الى درجة لا يرى معها من المناطق القطبية لأن انحناء
الكرة يخفيه عن الأنظار ولما كان يدور حول المريخ بأسرع من
دوران هذا الأخير حول محوره فإنه يشرق من الغرب ويغرب
من الشرق . ويحتمل أن يكون في أغلب الوقت مخسوفاً
لوجوده في ظل الكوكب . وبما أن حجمه الظاهري ليس الا
ربع حجم القمر الظاهري فإنه يضيء بنسبة مئوية ضئيلة من
اضاءته . أما ديموس (Deimos) وهو التابع الخارجى فهو أقل
ظهوراً حتى من أخيه هذا وقد لا يظهر له قرص واضح
بالنسبة للمشاهد على الكوكب فلا يزيد بذلك عن أن يكون
نجماً لامعاً .

وقد تكون هذه الأقمار الصغيرة هي أول الأجرام غير الأرض
التي ستهبط عليها الانسان بعد قمرنا . فلما كانت جاذبيتهما
مهملة فإن تلامس سفينة الفضاء بهما بعد دخولها في مدار حول
المريخ لن يستغرق الا طائفة صغيرة جداً . فجاذبية ديموس
منخفضة لدرجة كبيرة حتى ان الرجل ليستطيع أن يقفز بعيداً

(١) ربما كان ساء وضعنا للشك فقد يستطيعون ان يروا اضاء مدتنا
الكبيرة وهي تضيء على اجانب المظلم من الكوكب .

عنه حاصلًا على سرعة الافلات بقوة عضلاته المجردة فحسب !
وهذه هي خلاصة ما نعرفه وما يمكن أن نستنتجه عن
المريخ • فاحتمال وجود حياة نباتية من نوع ما على سطحه
احتمال كبير • ولكن لا توجد أى أدلة على وجود الحياة الحيوانية
أو الذكاء • ونستطيع أن نتخيل وجود هذه الأخيرة إذا
افترضنا وجود كائنات لا تحتاج للأكسجين الغازى أو كائنات
وصلت الى المستوى المتواضع من التقدم العلمى اللازم لبناء
مدن مزودة بالأكسجين والضغط • ونحن بذلك ندخل فى عالم
التكهنات والخيال حيث تساوى نبوءة العالم والجاهل • وعلى
العموم يحسن أن لا نقطع برأى بالنسبة للمريخ فى الوقت
الحاضر لأن التلسكوبات الجديدة والفنون التى نمت منذ آخر
تقارب قد تحدث تقدما حقيقيا فى معلوماتنا عندما يحدث التقارب
التالى للكوكب فى عام ١٩٦٥ • وعلى الأخص يجب أن يتمكن
التلسكوب ذو القطر ٢٠٠ بوصة من تقديم أدلة فوتوغرافية
واضحة على وجود القنوات أو عدم وجودها •

والمريخ والزهرة هما الكوكبان الوحيدان اللذان كنا نأمل
فى وجود أشكال أرضية من الحياة عليهما ، كما أنهما الكوكبان
اللذان نستطيع الحياة عليهما باستعمال مساعدات ميكانيكية
بسيطة نسبيا (وسنبحث فى الفصل الرابع عشر مشكلة
استكشافهما مع الكواكب الأخرى) • أما حين نبتعد أكثر من
ذلك فاننا نقابل عوالم أكثر غرابة حتى ان جارينا اللذين

(١) تم هذا التقارب فعلا بعد كتابة هذا الكتاب •

لأن البشران بخير كثير يعدان بالنسبة إليهما جنة الفردوس • ومن
المحتمل أن يكون الكوكب الذي سنصل إليه بعد المريخ والزهرة
هو عطارد ، وهو أقرب العوالم إلى الشمس • وهو أصغر من
المريخ نوعاً ويبدو أن له جواً مخلخلاً إلى حد كبير ومجموعة
الشمس - عطارد تشبه في أوجه كثيرة مجموعة الأرض -
القمر • . فعطارد يحتفظ بنفس الوجه في مقابلة الشمس وإن
كان كالقمر يهتز يمينا وشمالا في كل دورة قليلاً • . وبذلك
فلأحد جانبي الكوكب في حمام دائم من أشعة الشمس المحرقة
في حين أن جانبه الآخر يستغرق في ليل أبدى • وبين هذين
المنطقتين منطقة من الشفق تظهر فيها الشمس فوق الأفق وتغرب
فتكون من ذلك ما يشبه الليل والنهار • .

ومتصف الوجه المقابل للشمس ساخن جداً بالطبع ودرجة
حرارته تزيد عن ٧٠٠ ° فهرنهايت في الغالب وبذلك ينصهر
فيه القصدير والرصاص • وتنخفض درجة الحرارة باستمرار
بحو حافة نصف الكرة الذي تضيئه الشمس فيوجد بذلك نطاق
عريض نوعاً لن يشكل استكشافه صعوبة كبيرة من هذه الناحية
على الأقل ، لأنه يكون أسخن من الأرض قليلاً • أما عبر حافة
الكوكب في جانب الليل فتتخفض درجة الحرارة إلى حد
لا يتصوره العقل • فالحرارة لا تستطيع أن تصل إلى هناك إلا
بالتوصيل خلال الصخر الصلب وقد اقترح بعضهم أنه توجد
على عطارد أسخن وأبرد نقطتين في المجموعة الشمسية كلها •

فقد تهبط درجة حرارة الليل حتى - ٤٥° فهرنهايت وهي
لا تبعد عن الصفر المطلق كثيرا .

ويغلب على الظن أن سطح عطارد يشبه سطح القمر إلى حد
كبير . ولكن بعده عنا وقربه إلى الشمس يجعل من المستحيل
مشاهدة أي شيء عليه سوى بعض العلامات الغامضة ولها شبه
غريب بقنوات المريخ . ولكن أحدا لم يقترح فيما نعلم - وجود
جنس على عطارد يروى مزارعه بالبرصاص المصهور !!

ويجب الآن أن نترك جوار الشمس ونسافر بعيدا إلى الخارج
بعد المريخ إلى الكواكب الجبارة الوحيدة وعائلاتها الكبيرة من
التوابع - وكل منها تشبه مجموعة شمسية في حد ذاتها . ومع
أن المريخ وعطارد والزهرة يختلف كل منها بطريقة الخاصة
عن الأرض إلا أن هناك بعض أوجه التشابه فهي أبناء عمومة
وان لم تزد القربى عن ذلك . ولكن الكواكب التي سنزورها
الآن تنسب إلى عائلة أخرى بل وإلى جنس آخر تقريبا .

الفصل الثالث عشر

الكواكب الخارجية

تتسع أبعاد المجموعة الشمسية بسرعة بعد المريخ كما يرىنا شكل ١ وهناك بين المريخ والمشتري هوة متسعة في غير تناسب ظلت لمدة طويلة تبدو كما لو كان بها كوكب منسى .

وقد بذلت محاولة في آخر القرن الثامن عشر لتحديد موقع هذا العالم المفقود وأسفر البحث عن نتيجة لم يتوقعها أحد ، فبدلاً من العثور على كوكب واحد وجدنا منها المئات ، ومازلنا أبعد مانكون عن نهايتها . وأكبر هذه « الكويكبات » لا يزيد قطره عن ٤٨٠ ميلاً . أما أصغرها يمكننا اكتشافه منها فلا يمكن أن يزيد قطره عن ميل أو ميلين ولهذه الكويكبات مدارات من جميع الأحجام واللامركزية والميل ، فان بعضها يصل الى زحل في الخارج وأحدها على الأتل يقترب من الشمس أكثر من عطارد ، ولكن معظمها يظل في المنطقة بين المريخ والمشتري .

وقد يصل العدد الكلي للكويكبات من جميع الأحجام الى خمسة أرقام على الأتل . وقد كان الفلكيون عاجزين عن تتبع العدد

المكتشف منها ويبلغ ١٥٠٠ حتى وقت قريب ، وذلك لأن العمل اللازم لحساب مداراتها كان كبيرا جدا . ولكن التطور الحديث للآلات الحاسبة الالكترونية قضى على هذه المشكلة وأصبح من الممكن حساب وطبع التقاويم للكواكب الصغرى أو الكويكبات بصورة أوتوماتيكية ولم يعد الفلكيون ينظرون الى هذه الكويكبات بعين الغضب بعد أن رفع ذلك العمل الممل عن كاهلهم .

وسيرس (Ceres) أكبر هذه العوالم أضغر من أن يكون له جو خاص . فأى غاز قد يوجد فوقه يهرب الى الفضاء فورا نظرا لجاذبيته البالغة الضعف . ولا نعرف أى شئ عن معالم هذه الكويكبات أو تضاريسها السطحية لأن الغالبية العظمى منها تظهر فى التلسكوب نقطا مجردة من الضوء . ويحتمل ألا تكون الكويكبات الصغرى كروية بل مجرد كتل متداخلة من الصخر - أى أنها ليست الا جبالا تتجول فى الفضاء .

والمستقبل وحده سيبين لنا ما اذا كان لهذه الكويكبات أية أهمية بالنسبة للسفر فى الفضاء . ولا يمكن أن تشكل هذه الكويكبات خطرا على الملاحه كما سبق أن قيل أحيانا بالرغم من وجود آلاف كثيرة منها ، فالهوة بين المريخ والمشتري من الكبر بحيث لا يمكن لبضعة آلاف أو حتى بضعة ملايين من الكويكبات أن تملأها .

ومن المناسب أن نبحث المشتري وزحل ويورانوس ونبتون

سويا فهي تختلف فى الدرجة لا فى النوع • وتشترك هذه الكواكب جميعا فى النقط الآتية : وهى أن كثافتها منخفضة جدا ، ولها أجواء تتكون من الغازات الخفيفة وهى الايدروجين والميثان والنشادر وهى تدور بسرعة حول محاورها ، وكلها شديدة البرودة • ولما كان المشترى هو أقربها وأكبرها أيضا فهو أسهلها فى المراقبة • وينطبق الكثير من المعلومات التى نكتسبها عنه على زحل وأورانوس ونبتون على الأغلب •

ولا يمكننا أن نرى علامات سطحية ثابتة على هذه الكواكب ، فالذى نراه هو قمة جو مضطرب بالغ العمق قد يصل سمكه الى آلاف الأميال • وقد لا توجد بهذه الكواكب نواة صلبة ، فقد تزداد كثافة الغازات المضغوطة حتى تصل الى مركز الكواكب دون انتقال محدد من الحالة الغازية الى الحالة السائلة •

ودرجة حرارة المشترى أدفاً هذه الكواكب العملاقة أقل من ٥٢٠٠ تحت الصفر الفهرنهايتى • والأحوال الطبيعية لهذه الكواكب الغريبة لا تقطع بعدم احتمال وجود الحياة عليها فحسب ، ولكنها تنفى احتمال استكشافها المباشر كذلك • ولا ريب فى أن سفن الفضاء التى تدور حولها على بعد بضعة آلاف من الأميال ستتمكن فى يوم من الأيام من سبر غور تلك الأجواء الهائلة بالأشعة الرادارية وغيرها من أدوات العلم فى المستقبل ولكننا لا نستطيع تصور حدوث أى اتصال أقرب من

ذلك ومع ذلك فليس من الحكمة أن نقطع باستحالته كمشروع
طويل الأجل •

وقد يجد مستكشفو القرن التالى أماكن صالحة للهبوط على
توابع الكواكب العملاقة السبعة والعشرين • ومن هذه التوابع
خمسة أكبر من قمرنا • ويبلغ تيتان (Titan) سادس توابع
زحل حجما مساويا لحجم المريخ ولهذا التابع امتياز خاص إذ
انه يمتلك جوه الخاص ، وهذا الجو من الميثان ويعرف أحيانا
بغاز المستنقعات •

وقد أطلقت على أربعة من أقمار المشتري أسماء وهى يو (Io)
ويوروبا (Europa) وجانيميد (Ganymede) وكاليسـتو
(Callisto) ثم اكتفى الفلكيون بذلك وأعطوا الباقين بكل
بساطة أرقاما من خمسة الى احدى عشر • وأصغرها العاشر
والحادى عشر فيبلغ قطرها عشرين ميلا فقط وهما تعدان
لذلك أقل الأجسام الكوكبية المكتشفة وضوحا •

ومن الحقائق المثيرة للاهتمام أن التوابع الأربعة الكبيرة بالرغم
من وقوعها جميعا فى مدى لا يزيد عن مليون ميل الا قليلا من
المشتري الا أن السفر بينها يتطلب طاقة تماثل الطاقة اللازمة
لرحلة من الأرض الى المريخ أو الزهرة وهذا بالطبع ناتج عن
مجال بالغ لقوة جاذبية المشتري • وتعطينا سرعة الافلات عند
الكوكب فكرة عن جاذبيته فهى تبلغ ١٣٠.٠٠٠ ميل/الساعة
بمقارنتها بمجرد الـ ٢٥.٠٠٠ ميل/الساعة للأرض •

ومع أننا اكتشفنا من أقمار زحل تسعة ، فلا شك أن لديه أقمارا أخرى لم تكتشف بعد . فأصغر توابع المشتري أصغر وأبهت بكثير من أقمار زحل مما يشير الى أن البحث لم يكن دقيقا بما فيه الكفاية بالنسبة للكوكب الخارجى ! ومن الغريب حقا أن يكون للمشتري خمسة أقمار فى عرض أقل من ٤٠ ميلا بينما يصل قطر أصغر أقمار زحل الى ٢٠٠ ميل وقد أطلقت على هذه الأقمار جميعا أسماء لا مجرد أرقام . وقائمة هذه الأسماء شاعرية لدرجة أننا لا نستطيع مقاومة إعطائها هنا كاملة فهى بالترتيب مبتدئين بأقربها الى الكوكب : ميماس (Mimas) ، انسلا دس (Enceladus) تيتان (Titan) ديون (Dione) ريا (Rhea) ، تيثيس (Tethys) هيريون (Hyperion) ، يابيتس (Iapetus) ، وفيبي (Phoebe) وجميع أقمار زحل أقزام بالنسبة للعلاق الوحيد تيتان الذى يبلغ قطره ٣٥٠٠ ميل والذى قد يلعب يوما ما دورا بالغ الأهمية فى استكشاف الكواكب الخارجية بسبب جوه المكون من الميثان . فغاز الميثان بقدر ما نستطيع أن نقرر اليوم مادة دافعة ممتازة للصواريخ الذرية ولهذا فيبدو من المعقول أن يصبح ذلك العالم محطة للتزود بالوقود عظيمة القيمة .

ومع أن الوصول الى مدارات الكواكب الخارجية لا يتطلب طاقة أكثر بكثير مما يتطلبه الوصول الى المريخ أو الزهرة ، غير أن الرحلة تستغرق وقتا طويلا لو ابتعدنا عن طريق أقبل

طاقة « (شكل ١) فرحلة الذهاب الى المشتري مثلا تستغرق
سنتين وتسعة أشهر • وتستغرق الرحلة كاملة أى ذهابا وايابا
سته أعوام على الأقل ويزداد هذا الزمن بالنسبة للكواكب
الأبعد من المشتري ولكننا قد نستطيع أن نستعمل طرقا أقصر
وسرعات أكبر بكثير لو أمكن أن تزود بالوقود فى الطريق •
وأهم الخواص المميزة لزحل هى بالطبع حلقاته العجيبة •
وهى تبدو حنى من خلال منظار صغير بمنظر أخاذ ، لا يفقد
شيئا من طرافته مع تكرر رؤيته • وتتكون كل حلقة من عدد
لا نهائى من الجزئيات (وقد لايزيد حجم بعضها عن الغبار)
وتدور حول الكوكب فى مدارات دائرية مضبوطة تقع جميعا
فى نفس المستوى ، وربما كانت حلقات زحل أقرب ما صنعته
يد الطبيعة من مستوى هندسى كامل • فإذا ما رأيت هذه
الحلقات وقد تقابلت حدودها ، الشيء الذى يحدث على فترات
طولها ١٥ عاما ، تختفى الحلقات تماما •

ولا بد أن يكون منظر زحل كما يرى من أقماره الداخلية
منظرا رائعا • ويكون حجمه فى سماء ميماس أقرب التوابع
اليه قدر حجم قمرنا خمسة آلاف مرة كما انه يمر بأوجهم
المختلفة بسرعة أكبر كثيرا ، لأن ميماس يتم دورته حول
زحل فى أقل من يوم واحد • ويمكن منه مراقبة تجمعات
السحب والاضطرابات الجوية العظيمة التى تحدث أحيانا
بتفصيل دقيق • اذ أن ميماس ليس له طقس خاص وستكون

هذه الاضطرابات موضوعا لا ينضب لحديث أى انسان .

وهناك شىء يبدو غريبا فى أقمار زحل وهو أن كثافتها (وخاصة فى حالة مماس) عند حسابها يظهر أنها أقل كثيرا من كثافة الماء . وقد يعنى هذا أنها مسامية جدا . (أو كما اقترح هويل (Hoyle) قد لا تكون أكثر من كرات ثلجية بالغة الضخامة) . ومن المحتمل أيضا أن تكون قياساتنا غير دقيقة . فان تحديد حجم مثل هذه الأجرام الصغيرة البعيدة بأى درجة من الدقة من الصعوبة بمكان .

ولا نعرف عن أورانوس ونبتون الا القليل لأن بعدهما الشاسع يجعل من المستحيل مراقبتها بنجاح الا خلال أكبر التلسكوبات ، وهى كواكب عملاقة ذات جو بالغ العمق من المثلان كذلك ، ولكن لا يظهر عليها من الاضطرابات ما يظهر على المشترى ودرجة أقل على زحل وقد يكون ذلك بسبب برودتها الشديدة .

ولأورانوس خمسة توابع : آريل (Ariel) امبريل (Umbriel) تيتانيا (Titania) ، أوبيرون (Oberon) ، ميراندا (Miranda) الذى اكتشف حديثا (وهى جميعا أسماء شخصيات مسرحية « العاصفة » لشكسبير حتى ان التابع الذى سيكتشف بعد ذلك سيسمى كاليبان حتما) وتبلغ تيتانيا حوالى نصف حجم قمرنا أما التوابع الأخرى فأصغر كثيرا .

ولنبتون قمران فقط ، تريتون (Triton) ، ونيرايد (Nereid).

وتريتون أكبر التوابع المعروفة على الإطلاق اذ يبلغ قطره ٣٠٠٠ ميل ولكنه لم يسم رسمياً لسبب ما • ويشير اليه « الألمانك البحرى » وهو الحكم فى مثل هذه المسائل بالعبارة الطويلة نوعاً : « تابع نبتون » وربما يجعل اكتشاف نيرايڊ الصغير فى سنة ١٩٤٩ بالتسمية الرسمية لأخيه الأكبر •

وتد كان نبتون حتى سنة ١٩٣٠ آخر حدود المجموعة الشمسية • وفى تلك السنة اكتشف بلوتو نتيجة لبحث طويل قام به مرصد لويل • وقد بنى الاكتشاف على أساس حسابات رياضية أجراها الدكتور لويل غير انه وجد الآن أن بلوتو لا يمكن أن يكون هو الكوكب الذى تنبأ بوجوده • لأنه أصغر كثيراً من المروض فلا يزيد قطره عن ٤٠٠٠ ميل • ولذلك نستطيع أن نقول ان اكتشافه كان مجرد صدفة وان الكوكب الذى كان لويل يبحث عنه لم يكتشف بعد • وبلوتو بالرغم من أننا لا نعرف أى شىء عنه الا حجمه ومداره فيغلب أن يكون أشبه بالكواكب الداخلية فى التركيب وهو بذلك لا يشترك مع جيرانه العمالقة فى شىء ولا بد أنه بارد جداً ولا ترتفع درجة حرارته عن (٣٥٠ °) فنهايت وفيها تكون الغلات جميعاً سائلة ما عدا الأيدروجين والهليوم ولذلك فليس من المحتمل أن يكون لبلوتو جو •

وبهذا تنتهى قائمة الكواكب بقدر ما نعرفها اليوم ولا توجد أسباب نظرية تمنع من وجود كواكب أخرى على مسافات أبعد

من بلوتو بكثير ولكن اكتشافها يكون بالغ الصعوبة وخاضعا
للصدنة الى حد كبير .

ان وجود المذنبات لما يثبت أن الشمس تستطيع أن تتحكم
فى حركة أجسام بعيدة بعدا ساحقا عنها فى الفراغ . فبعض
هذه الأجرام تسير فى مدارات لا مركزية بدرجة كبيرة
تأخذها الى أبعاد تبلغ مئات المرات بعد نبتون أو بلوتو عن
الشمس . ونشأة هذه المذنبات وتركيبها لا تزال مشكلة لم
تحل بعد . ولكنها ليست ذات أهمية لعلم السفر فى الفضاء اذ
انها تتكون كلية من غاز رقيق تبلغ كثافته درجة يمكن أن
نعتبرها فراغا جيدا . وبعض المذنبات الكبيرة قد تحتوى على
نواة صلبة ولكن هذه لن تكون الا من مجموعة من النيازك فى
الغالب .

الكواكب والأقمار والكويكبات والنيازك - هكذا تم استعراضنا
للمجموعة الشمسية . وسنبحث فى الفصل السادس عشر
احتمال وجود كواكب أخرى حول النجوم الأخرى . ولكن
العوالم التى وُصفناها هى المواطن الوحيدة للحياة فى الكون
بقدر ما لدينا من معلومات محدودة أكيدة فى الوقت الحاضر ،
وسيشعر أغلب الناس أن الصورة التى وضعناها أمام أعينهم
ليست شجعة ، وقد يكونون على صواب . فربما لا توجد فى
مجموعتنا الشمسية حياة متقدمة خارج حدود الأرض . ولا
حياة على الاطلاق سوى بعض الطحالب على القمر والمريخ .

وهنا الخطر كل الخطر ، أن تنساق وراء هذا التعليل الذي يبدو مقبولا وتنسى أنه مبنى على وجهة نظر تعجز عن إحصار أى شيء فيما عدا الإنسان ومملكته .

فنحن نعتبر كوكبنا « طبيعيا » لأننا اعتدنا . فحسب . ، ونحكم على هذا الأساس على باقى الكواكب . والحقيقة هى أننا نحن نعتبر قلّة من فلتات الطبيعة بحياتنا فى تلك المنطقة الضيقة حول الشمس التى لا ترتفع حرارتها لدرجة يغلى فيها الماء ، ولا تنخفض الى درجة يكون فيها دائم التجمد . أما اذا اتخذنا وجهة نظر الإخصائى المحايد . فإن العوالم « الطبيعية » تكون هى الكواكب . من طراز المشتري بأجوائها من الميثان والنشادر . ونحن لا نعرف اليوم الحدود التى قد يصل إليها تكيف الحياة بالظروف المحيطة بها . فقد امتطاعت على كوكبنا أن تعمل هى مدى للحرارة يماثل الانتقال من الزهرة الى المريخ وهى عندنا مبنية على الأكسجين والكربون والماء - وهى أكثر المواد شيوعا فى فشرة الكواكب ولكن هذه المواد الأساسية تستخدم بطرف متنوعة جدا . فبعض الكائنات تتكون من الماء كلية . نقرىبا مثل هلام البحر (Jelly Fish) وبعضها الآخر كالصبار لا تستخدم منه الا القليل جدا . ، وتعيش فى وسط بالغ الجفاف لا تتحملة أشكال الحياة الأخرى . وقد قامت أنواع معينة من البكتريا بعملية مذهلة وهى استبدال الكربون بالكبريت جزئيا ، ونستطيع أن تعيش فى سعادة فى حامض الكبريتيك المغلى .

وأهمية الماء ترجع الى قدرته على اذابة تشكيلة هائلة من
المواد وهو بذلك يعمل كوسط تتم فيه تفاعلات كيميائية لاحصر
لها . ولكن له في هذا الميدان عدد من المنافسين من بينها غاز
النشادر السائل . وعلى كوكب ثقل درجة حرارته عن ٢٨°
فهرنهايت ونريد عن ١٠٨° يمكن أن يحل النشادر محل الماء
في كثير من الأغراض . وعلى الكوكب الأكثر برودة نجد أن
الميثان وهو يظل سائلا حتى درجة ٣٠٠° فهرنهايت يقوم بأداء
مهام هذا العمل . حقيقة ان أغلب التفاعلات الكيميائية تسير ببطء
شديد في درجات الحرارة المنخفضة ولكن يمكن أن يحصل
الفلور أكثر العناصر نشاطا محل الأكسجين في مثل هذه
الظروف .

وبالمثل ففي اتجاه درجات الحرارة المتزايدة لا نستطيع أن
نضع حدا لعبيرية الطبيعة الخلاقة . وقد فتح اكتشاف مركبات
السيليكون - الكربون في العقد الأخير آفاقا جديدة في
الكيمياء العضوية . ووجود شكل من أشكال الحياة مبنى جزئيا
على السليكون ليس خارج حدود الامكان . وتحتفظ مركبات
السليكون بخواصها على درجات حرارة تكفي لبلدة نظائرها
الكربونية . وقد تجعل هذه المركبات الحياة ممكنة على عسوائهم
تزيد حرارتها بضعة مئات من الدرجات عن الأرض . كأجزاء
من عطارد مثلا .

والحياة تلجأ حين تواجهها ظروف غير ملائمة إلى اجسدي

مخطتين : فاما التألم واما الانعزال • ونستطيع فى أرضنا أن نرى أمثلة لكلتا المخطتين • ففى المناطق القطبية تتألم عجول البحر وطيور البطريق بينما يعزل الاسكيمو نفسه • وأحد الأمثلة الفريدة لهذه الطريقة الأخيرة عنكبوت الماء المتواضع ، فهو حشرة لا تتنفس الا فى الهواء ومع ذلك فهو يقضى جانباً كبيراً من وقته تحت الماء • ويستطيع هذا العنكبوت أن يعيش فى وسط غريب تماماً بحمل الظروف المناسبة لحياته معه • وبما أن يمكن للحياة الكربونية المبنية على الماء أن توجد حتى على الكواكب الخارجية المتجمدة • ويمكن أن نتصور أن كائنات ذات جلد متين عازل لا تفقد خلاله الا القليل من الحرارة وما دامت تملك مصدراً من مصادر الطاقة ، الكيميائية أو الشمسية أو حتى الذرية ، والطعام الضرورى تستطيع أن تستمر فى الحياة حتى اذا كان الوسط المحيط بها على درجة حرارة لا تزيد عن الصفر المطلق الا قليلاً •

وقد يعترض البعض بأن مثل هذا النوع من الحياة قد يستطيع أن يستمر فى الوجود على الكواكب الباردة ولكنه لا يعقل أن ينشأ هناك • وقد تكون الحياة المحلية مبنية على التفاعلات المنخفضة الحرارة فى الغالب وبذلك لن تكون أدفاً بكثير من الجو المحيط بها ، ولكن أنواعاً أرقى من الاحياء قد تتطور من هذا النوع كما تطورت الثدييات ذوات الدم الحار من الزواحف ذات الدم البارد •

ونحن لا نعرف شيئا تقريبا عن القوانين التى تحكم فى ظهور الحياة وتطورها على أى كوكب وقد تساعدنا التكهّنات السابقة على أن نرى الخطأ الناشئ عن تصميمنا لما نرى فى مثالنا الوحيد وهو الأرض ومحاولة استنتاج قوانين تنطبق على كواكب مختلفة تماما . وليس منطقيا أن نحزن ونكتئب لأن العوالم الأخرى فى المجموعة الشمسية تختلف عن عالمنا بهذا المقدار حتى لا نأمل فى وجود أنواع مألوفة من الحياة هناك ، فهذه الاختلافات ذاتها هى التى ستجعل استكشافها أكثر تشويقا واثارة . ولو كانت الكواكب الأخرى مجرد نسخ جديدة من الأرض لفقد السفر بين الكواكب كثيرا من مغزاه ! وجدير بنا أن نذكر أننا نستطيع دراسة سطوح ثلاثة عوالم فقط من الكون عن قرب ، وهى الأرض والقمر والمريخ وقد سجلت الحياة عليها إصابة محققة ، وأخرى محتملة وثالثة ممكنة . وبعض الفلكيين يتجاوز ذلك فيقول أصابتين محقتين وواحدة محتملة . وهذه ليست بداية سيئة ، فهى تجمعنا نأمل فى الاحتفاظ بنفس المستوى فى غيرها من الأماكن .

الفصل الرابع عشر

استكشاف القمر

لا بد أن القارئ قد بدأ يشك - عن حق - في أن مشاكل الطيران في الفضاء مع صعوبتها ستكون هينة بالنسبة الى بعض المشاكل التي ستواجهنا عندما نبدأ في الاستكشاف الفعلي للكواكب . وكثيرا ما يتجاهل الكتاب في علم السفر في الفضاء هذه النقطة أو يمرون عليها مر الكرام . وهم بلا شك يشعرون بأن لديهم من العمل ما يشغل كل اهتمامهم . ولكننا لانستطيع أن نتغاضي عن هذه الصعوبات لو أردنا أن يتسم استعراضنا للموضوع بالدقة .

ان السرعة في استكشاف الكواكب وجميع امكانياتها النامية تتوقف على عوامل يخرج الكثير منها عن نطاق البحث الفنى الخالص . ومع أن الأحوال الطبيعية التي ستواجهنا وما قبله تعثر عليه من رواسب معدنية وطبيعية الجوف وما الى ذلك ستكون ذات أهمية أساسية في تحديد ما يمكن عمله على أى كوكب ، إلا أن ما سيتم عمله فعلا سيتحدد غالبا حسب الامكانيات التي

ستوافر من الأرض ، ويأخذنا هذا من مملكة العلم الى مملكة الاقتصاد والسياسة ، ويثير أسئلة سنؤجل الاجابة عليها الى الفصل الثامن عشر ، وفيما يلي سنفترض متفائلين أن الجنس البشرى سيخصص للسفر فى الفضاء الجهد والمال اللازمين لشن حرب صغيرة فى يوم من الأيام .

وقد سبق أن بحثنا استكشاف القمر واستعماره فى الفصل الحادى عشر ، وكثير مما ذكرناه عندئذ يمكن أن ينطبق مع تعديلات بسيطة نسبيا على المريخ والزهرة وعطارد . وستكون مشاكل المريخ والزهرة فى كثير من النواحي أبسط من مشاكل القمر لأن وجود الجو - ما دام ليس ساما أو ذا تأثيرات كيميائية ضارة - يعد دائما من المميزات حتى لو لم يكن صالحا للتنفس فهو يعنى على الأخص أن ارتداء ملابس الفضاء الضخمة واستعمال المباني ذات الضغط المنخفض ليس ضروريا .

وبرغم أننا لا نعرف تكوين وضغط جو الزهرة عند سطح الكوكب الا انه من المؤكد أن يكون مثل كثافة جو الأرض على الأقل ، ولا يحتمل أن يكون ضغطه كبيرا بدرجة تهدد حياة الأدميين . وبذلك فبينما قد نضطر لحمل الأكسجين على الزهرة فلن نحتاج الى أجهزة الراديو والتبريد وعزل الحرارة التى كانت أساسية على القمر ولا بد أن هذا سيسرى على بعض أجزاء الزهرة وان لم يسر عليها كلها .

ويعنى وجود الجو أن يستطيع الانسان أن يخرج الى الفضاء

لظرات تصل الى عدة دقائق دون أجهزة التنفس • وهذه احدى
النقط العلمية التى ستجعل الحياة على الزهرة أبسط كثيرا من
الحياة على القمر وان كانت فى حد ذاتها ثانوية • ومن الحقائق
المدهشة والتى لا يعرفها الكثيرون أن الانسان يستطيع أن
يستمر دون تنفس لمدة قد تصل الى خمس دقائق بعد استنشاق
الأكسجين النقى لمدة دقائق (والرقم القياسى الفعلى ١٥
دقيقة)

ان وجود جو ذى كثافة معقولة سوف ييسر انشاء المباني ،
لأنها يمكن أن تبنى بحيث يكون الضغط داخلها وخارجها
متساويا حتى ولو كان تركيب الغازات الخارجية والداخلية
مختلفا • وهذا يعنى تلاشى خطر التسرب أو الانفجار التفرغى
الذى كان يوجد لدرجة ما على القمر باستمرار •

وكذلك يعنى وجود الجو امكان النقل الجوى مع كل مايتضمنه
هذا من تسهيل للسفر والاستكشاف • وكما ذكرنا فى الفصل
الحادى عشر فالصواريخ ليست عملية ولن تكون اقتصادية
للرحلات التى تصل الى بضعة مئات من الأميال ، لذلك
ستقتصر الرحلات القصيرة على القمر على السطح • ولا
يواجهنا هذا التحديد على المريخ والزهرة فسنستطيع عليهما أن
نستخدم الطائرات •

وبالطبع ستكون محركاتنا ذات الاحتراق الداخلى عديمة
النفع فى جو تلك الكواكب الحامل • ولكن بما أننا ننظر الى

الأمام خمسين عاما على الأقل فمن المعقول أن نفترض أن
المحركات الذرية للطائرات ستكون قد أصبحت حقيقة واقعة
في ذلك الوقت • وعندئذ سيستعمل الجو المحيط كسائل
وسيط فحسب ولن يأخذ أى دور فى أى تفاعل كيميائى
(وسيلعب فى الواقع نفس الدور الذى يلعبه الماء فى النقل
البحرى) •

ولا نستطيع أن نعلم بالتأكد ما اذا كان الانسان سينمى
من الحياة على المريخ دون ملابس ضيغط ومرتديا كمادات
للتنفس فقط ، حتى نحصل على معلومات أكثر تحديدا عن
كثافة جو المريخ • ومعظم الأدلة تشير الى عكس ذلك فى
الوقت الحاضر الا أن المشكلة بين حدين •

ولا شك أن الطائرات نستطيع أن تعمل فى جو المريخ
بالرغم من رقيقته ، وصغر الجاذبية سيكون عونا كبيرا على
الطيران وستكون الطائرات المستعملة ذات سرعة عالية ، قليلة
الوزن بالنسبة لمساحة الأجنحة • وستطير هذه الطائرات على
مستوى قريب من الأرض لتكون عند أكبر كثافة للهواء •
ولكن هذا لا يتضمن أى خطر على كوكب منبسطة مثل
المريخ •

وبما أن الأدلة الفلكية تشير الى أن الأكسجين قد يكون
موجودا بكميات كبيرة على المريخ والزهرة ، وان كان فى
الحالتين متحدا مع عناصر أخرى • فان توفير جو صالح للتنفس

يصبح مسألة فى الهندسة الكيمائية وهى بذلك مسألة يمكن حلها من ناحية المبدأ • وكما سبق أن أشرنا فلا حدود لما يمكن أن نفعله اذا امتلكننا القوة والعلم والمواد الخام اللازمة • فعلى كل من المريخ والزهرة يبدو من الممكن بناء قباب كبيرة جدا مزودة بالضغط تكفى لاستيعاب مستعمرات كاملة أو حتى مدن صغيرة دون استخدام أعمدة أو عقود • فاتها سترفع بواسطة ضغط الهواء وحده وهى طريقة تمكنا من تغطية مساحات واسعة على الأرض وتكون ذات امكانيات أفضل على الكواكب ذات الجاذبية الضعيفة •

والصحيفة الأفقية التى يؤثر عليها من أسفل ضغط جوى واحد وينعدم الضغط أعلاها تتجمع عليها قوة رأسية مقدارها طن تقريبا لكل قدم مربع ترفعها الى أعلى • وهكذا فالبناء من القماش الخفيف أو البالون يستطيع أن يحتفظ بشكل ثابت وأن يحمل أثقالا كبيرة لو كان فارق الضغط بين الداخل والخارج جزءا صغيرا من الضغط الجوى •

وربما كان غلاف البالون الستراتوسفيرى « المستكشف الثانى » وهو كرة قطرها ٢٠٠ قدم عند نفخها هو أكبر بناء تحمله الغازات حتى الآن • ولا يوجد سبب أساسى يمنع بناء قباب نصف كروية يبلغ قطرها ألف قدم أو أكثر على كوكب كالمريخ ويستطيع المستعمرون أن يعيشوا داخل هذه الفقاعة الكبيرة من الهواء كما يعيشون على الأرض تماما ولن

يضطروا لارتداء أجهزة التنفس الا اذا خرجوا منها ونستطيع
لو أردنا أن نضع هذه القباب من نوع مرن شفاف من البلاستيك
ليسمح بدخول أشعة الشمس وان كان هذا ليس ضروريا
بأى حال وقد تنتج عنه خسارة كبيرة للحرارة أثناء الليل .
وقد تكون خير وسيلة أن تجعل القبة شفافة في النهار وبذلك
تجمع الحرارة على مبدأ البيوت الزجاجية ويمكن أن تجعل
معتمة أثناء الليل .

واللوحة الخامسة تبين ما قد تكون عليه هذه المستعمرة في
الريخ . وطبقا للحكمة الصائبة التي تقول بعدم وضع
كل البيض في سلة واحدة ستكون هناك عدة قباب صغيرة
مزودة بالضغط بدلا من واحدة كبيرة . وستوصل هذه القباب
بعضها البعض بواسطة أهوسة أو أقفال هوائية كما سيكون
بكل قبة قفل يصلها بالخارج .

وفي مقدمة الصورة نرى المنطقة السكنية والادارية . ومع
أن الطقس داخل القباب سيكون طوع بنائنا الا أنه يحسن أن
تسقف المباني بحيث يمكن جعل ضغطها مستقلا . وبذلك
يكون جميع من بداخل المباني في أمان في حالة فساد القبة .
ويمكنهم الخروج لانقاذ أى شخص فوجئ بالخارج (ويجب
أن نعلم أن مثل هذا الحل لن يكون مفاجئا أبدا وسيكون
هناك وقت لوصول أى شخص في الخارج الى بر الأمان في
المعتاد) .

وتغطي القباب البعيدة المعمل الكيميائي - حيث يستخلص الأكسجين والمواد الأساسية الأخرى من المواد الخام المنقولة من الخارج - ومعمل انتاج الطعام مع مزرعته وأجهزته .

وعلى البعد يوجد المطار المشترك للطائرات وسفن الفضاء . وهنا تهبط الصواريخ من النوع الجوي بعد أن تقوم بمقابلة سفن الفضاء التي تدور في فلك حول الكوكب ويحتمل جدا أن يستخدم أحد القمرين الصغيرين فربوس وديموس كنقطة التقاء لهذا الغرض . وترى في اللوحة طائرة نفثة تطلع متجهة الى مستعمرة أخرى . أما للمواصلات ذات المدى القصير فتستخدم عربات مزودة بالضغط ذات اطارات كبيرة متفخنة كما في حالة القمر .

وفي داخل هذه المدن لن تكون حياة مستعمري المريخ محدودة أو مملة . والملل على أى حال سيكون أبسط متاعبهم . . فسيرقد حولهم عالم كامل ينتظر كشف غوامضه - عالم سيشغل علماء النبات والحيوان والجيولوجيا لعدة قرون .

ومن الصعب أن نقرر كم من الوقت يلزم لبناء قواعد كبيرة كهذه فانا لا نعرف الا القليل عن الأحوال في المريخ ، وقد نكتشف عند وصولنا الكوكب عوامل تغير الوضع تغيرا أساسيا - للأفضل أو للأسوأ - فلا يجب أن نأخذ ما في بيئة واحدة معينة ولا شك أن الحقيقة ستختلف عن ذلك في كثير من التفاصيل .

وغنى عن البيان أن كل ما فى اللوحة ٩ قد صنع من مواد محلية ولن تحمل من الأرض الا الأدوات الأساسية فحسب .
ولن يدخر جهد فى سبيل جعل المستعمرة تعمل على أساس الاكتفاء الذاتى بأول فرصة .

أما الكواكب البعيدة وتوابعها فهى تحمل مشاكل أخطر بكثير نظرا لبرودتها الشديدة . ومع ذلك فيجب ألا نبالغ فى هذه المشاكل . فيمكن أن يكون تسرب الحرارة خلال الأبنية المزدوجة الجدران صغيرا جدا اذا أحسن تصميمها . أما بالنسبة للمباني الدائمة فان عزل درجة حرارة ٤٠٠° فهرنهايت ليس أصعب بكثير من عزل درجة ١٠٠° فهرنهايت ويجب أن تتقى المواد بعناية فالكثير منها تتغير خواصها على هذه الدرجات من الحرارة . وتحدث عادة لها زيادة فى القوة مصحوبة بزيادة قابليتها للكسر . ولن توجد أى صعوبة بالطبع فى توفير الحرارة اللازمة لحفظ المعسكر دافئا حتى على بلوتو . فالحرارة هى السلعة الوحيدة التى تستطيع الطاقة الذرية أن تزودنا بكميات غير محدودة منها الآن فعلا .

ويصبح البرد مصدرا للمشاق والأخطار حين نحاول استكشاف هذه الكواكب فى ملابس الفضاء أو المركبات . ويمكن للحرارة أن تفقد من الجسم بثلاث طرق وهى التوصيل والاشعاع والحمل ولن توجد الطريقة الأخيرة على أى كوكب يخلو من الهواء أما الحسارة الناتجة عن التوصيل فلن تكفى

الا عند نقط التلامس بالأرض • ولذلك يجب أن تزود ملابس الفضاء بأحذية سميكة عازلة للحرارة وقد تكون ذات نعال معرجة للاقلال من مساحة التلامس ، وبهذا يصبح مايفقد من الحرارة بالتوصيل صغيرا جدا •

أما الخسارة بالإشعاع فيمكن الاقلال منها باستخدام مبدأ الزجاجاة المفرغة أى الترموس ويتم هذا باستخدام جدران مفضضة بحيث تعكس الحرارة الى الداخل ثانية • ومن الواضح أن تطبيق هذا المبدأ فى البناء على العربات أسهل كثيرا من تطبيقه على ملابس الفضاء •

وستتشتط الظروف على الكواكب الأخرى تطور الانسان الميكانيكى غالبا فهو يستطيع أن يحل محل الانسان فى المواقف الخطيرة وقد ذلت فعلا أغلب المشاكل الفنية التى يتضمنها بناء مثل هذه الآلات وسيتفق من شاهد الأذرع والأيدى الميكانيكية وهى تعمل خلف أذرع الرصاص فى المعامل التى تستخدم النظائر المشعة معنا على أن الانسان الميكانيكى الذى يدار من بعد قد أصبح حقيقة واقعة تقريبا •

وعندما يتأمل المرء الآلات الثقيلة التى اخترعت فى الجيل الماضى لتغير وجه كوكبنا - الجرارات والبلدوزر والقصائبات والكراكات وما الى ذلك نرى أن الأمر لا يتطلب الا قليلا من الخيال لتصور آلات أخرى أكثر تقدما ومعدلة بالطريقة المناسبة تعمل لخدمتنا على الكواكب الأخرى • وتشترك هذه الآلات مع الرجال الذين يعملون عليها فى ميزة العمل تحت

تأثير جاذبية أقل من جاذبية الأرض • وسيكون البرد عدوها
الأكبر فقد يسبب كسورا مفاجئة نتيجة لتبلور المعدن لو لم
تتخذ الاحتياطات اللازمة ضد ذلك •

وجدير بالذكر أن مشكلة الاحتفاظ بالحرارة على أى
كوكب تبسط كثيرا بالنزول تحت الأرض • لأن الصخر عازل
ممتاز للحرارة والصخر المسحوق الذى يتخلل الهواء أو
الفراغ جزيئاته هو أقرب شئ الى العازل المثالى للحرارة •

وعندما نمتلك سفنا للفضاء نستطيع أن تصل الى المشتري
وزحل فى مدة معقولة من الزمن ، سنبذل المحاولات لاقامة
مراصد صغيرة على الأقل على بعض الأقمار الكثيرة لتلك العوالم
الضخمة ، وربما لا نعرف الا القليل عما نجده على أى هذه
التوابع (ولعلنا ما زلنا نذكر أن كثيرا منها ككواكب معقولة
الحجم فى حد ذاتها) ، فلا نستطيع أن نتنبأ بما قد يستحق
بذله من مجهود فى هذا الصدد •

وقد تختلف احتمالات هذه الكواكب اختلافا شاسعا • فقد
تكون العوالم مثل تيتان وجانيميد وكالستو ويوروبا كتلا جرداء
من الجليد أو قد تكون زاخرة بأشكال غريبة من الحياة تتفق
تماما مع الوجود فى درجات الحرارة المنخفضة • وقد لا تضم
ما يثير الاهتمام من وجهة النظر الجيولوجية ، وقد تكون غنية
بمعادن لا مثيل لها على الأرض ، أما أين تقع الحقيقة بالضبط
بين هذه المتناقضات فهذا ما لن نعلمه حتى نصل الى هناك ونرى
بأنفسنا •

وبعد فترة مجهولة من الزمن من انشاء المستعمرات المغلقة على الكواكب ، ستبذل محاولات دون شك لجعل مساحات أوسع كثيرا صالحة لمعيشة الانسان ولا نستطيع أن نعتبر تزويد عالم كامل بالجو أمرا مستحيلا فنيا ، وحتى تغير درجة حرارة الكواكب بضع مئات من الدرجات لن يكون بعيدا على علماء عصر يسيطر على الطاقة النووية سيطرة تامة .

وقد اقترح البروفسور فريتز زفيتسكى (Fritz Zwicky)

وهو أحد كبار الفلكيين في العالم أجمع والمدير لأبحاث هيئة أمريكية كبيرة جدا لهندسة الصواريخ أثناء دراسته لهذا الموضوع - اقترح أننا سوف نتعلم في يوم من الأيام كيف نغير مدارات الكواكب الأخرى بحيث ستطيع التحكم في مناخها . ولا يتضمن هذا الاقتراح - وان بدا مغرقا في الخيال - أي أمور مستحيلة ، فمن يجسر اليوم على أن يضع حدودا للعلم بعد ٥٠٠ أو ألف عام ؟

الفصل الخامس عشر

محطات الفضاء

نعود الآن الى موضوع كان يجب أن يبحث في مكان سابق من هذا الكتاب لو سرنا حسب الترتيب الزمني ، لأن اتساعه سيحدث بالتأكيد قبل المشاريع الطويلة الأجل التي بحثناها في الفصل السابق . ولا شك أن الكثيرين يعتقدون أن بناء محطة الفضاء سيكون أول مهام علم السفر الى الفضاء وسيسبق الرحلة الى القمر ، فإذا استخدمنا كلمة « محطة الفضاء » لنصف بها أى بناء صناعى يدور فى مدار دائم مستقر فان هذا الرأى يكون صحيحا بالتأكيد ، فلا شك أن قذائف تحمل الأجهزة ستوضع فى مدارات خارج الغلاف الجوى فى تاريخ قريب . وسيلى ذلك اطلاق قذائف يركبها الأدميون وتبقى فى مداراتها وقتا قصيرا نسبيا . ومع ذلك فيحسن أن نقصر هذا التعبير على القواعد الثابتة التي يحتلها الانسان أو المراسد التي تبنى فى الفضاء من مواد تنقل اليها بواسطة الصواريخ وتعمل بالأفراد والمواد بنفس الطريقة .

وقد نشأت فكرة محطات الفضاء فى الأصل من فكرة التزود بالوقود فى المدار التى وصفناها فى الفصل الخامس • وما ان أدركنا امكان اقامة أبنية دائمة فى الفضاء حتى رأينا على الفور أنها ستكون ذات فائدة جمة لكثير من الأغراض العلمية حتى أصبح من المحتمل أن استخدامها كمحطات للـ الصواريخ سيصبح ذا أهمية ثانوية •

والواقع أننا لن نحتاج لاستخدام محطات الفضاء لهذا الغرض على الأقل فى المراحل الأولى للسفر بين الكواكب • اذ أن سفن الفضاء الأولى ستزود بالوقود من صواريخ أخرى مباشرة (كما هو مبين باللوحة ٣) ولن يكون مجديا أن نقيم محطات للتموين بالوقود فحسب حتى يصبح عدد السفن التى ستذهب وتجيء عددا كبيرا على فترات متقاربة •

ولنسترجع باختصار المبادئ التى يقوم عليها خلق أى نوع من التوابع الصناعية ، وستذكرون أن الجسم الذى يسير أفقيا بسرعة ١٨٠٠٠ ميل/الساعة خارج الغلاف الجوى مباشرة يبقى دائما فى مدار دائرى مستقر دون أن يتطلب أى طاقة جديدة ويتم هذا الجسم دورة كاملة حول الأرض فيما يزيد قليلا عن تسعين دقيقة • وكلما ارتفعنا تقل السرعة المدارية اللازمة وبالتالي يزداد زمن الدورة الكاملة • فعلى ارتفاع ٢٢٠٠٠ ميل فوق سطح الأرض يصبح زمن الدورة ٢٤ ساعة بالضبط فالجسم الذى يقع هناك يدور مع الأرض بحيث

لا يشرق ولا يغرب لو كان أصلاً فوق خط الاستواء • فلو
زاد بعد الجسم عن ذلك فانه يتحرك أبطأ من سرعة دوران
الأرض حول محورها وبذلك يشرق في الشرق ويغرب في
الغرب ، أما داخل حد ال ٢٢٠٠٠ ميل هذه فالتابع يشرق في
الغرب ويغرب في الشرق ، كما يفعل قمر المريخ الداخلى
(ومن يود أن يستتبع من ذلك أن أهل المريخ بناء لمحطات
الفضاء ، فله مطلق الحرية في ذلك)

وليس شرطاً أن تسير الأجسام التى تدور حول الأرض فى
مدارات دائرية فقط فأى قطع ناقص لمركز الأرض عند احدى
بؤرتيه يمكن أن يكون مداراً - مادام لا يتقاطع مع الجو بالطبع
• وبالمثل فليس ضرورياً أن تقع المدارات فى نفس مستوى
دوران الأرض ، فيمكن أن توجه على أى زاوية بالنسبة لخط
الاستواء وتستطيع مثلاً أن تمر فوق القطبين • ويتوقف اختيار
المدار على الغرض الذى أنشئ التابع الصناعى لتحقيقه •

والتابع الذى يدور على ارتفاع بضع مئات من الأميال فوق
خط الاستواء لا يرى الا فى نطاق ضيق حول الكوكب بسبب
انحناء سطح الأرض ، وبالتالي لن يتمكن هذا التابع من مسح
أى منطقة خارج هذا النطاق المحدود • أما اذا مر مداره فوق
القطبين فان دوران الأرض سيكفل مسح سطحها جميعاً فى
عدد قليل من دورات التابع أى فى أقل من يوم واحد •
ويمكن الحصول على نفس النتيجة باستخدام مدار يميل

بزواوية على خط الاستواء. ولتكن هذه الزاوية 45° مثلاً. طالما كان ارتفاع التابع أكثر من ١٠٠٠ ميل فوق السطح وفي خلال ٢٤ ساعة لا تبقى الا المناطق المحيطة بالقطين مباشرة دون أن تظهر لمثل هذا التابع. وإن كان تشوه الاشكال بسبب انحناء الأرض وازدياد كثافة الضباب سيجعل اجراء المشاهدات النافعة مستحيلاً قبل أن نصل الى « أفق » التابع المنظور. بكثير .

ومع أننا لن نكتشف القيمة الكاملة لمحطات الفضاء حتى ننشئها بالفعل - كما هو الحال دائماً الا أن بعض منافعها تظهر من الآن . ونستطيع أن نضع قائمة بأهمها كالآتي :

- ١ - الأبحاث الفلكية والطبيعية .
- ٢ - الأرصاد الجوية والمساحة .
- ٣ - الأبحاث البيولوجية .
- ٤ - التزود بالوقود .
- ٥ - توصيل الاشارات اللاسلكية .
- ٦ - تسهيلات الميناء .

ويمكن القيام ببعض هذه الأعمال في نفس المحطة ولكن بعضها الآخر يتطلب أنواعاً متباينة من المدارات بحيث يضطر في النهاية الى بناء محطات متخصصة للقيام بغرض واحد . وعلى هذا تكون محطات التزود بالوقود أقرب ما يمكن الى الأرض (ربما على ارتفاع ٥٠٠ ميل فقط) ، بينما تكون

المحطات الفلكية على ارتفاع يبلغ عشرة أضعاف أو مئة ضعف لهذه المسافة . ويجب أن تشير بهذا الخصوص الى أن إنشاء التابع القريب أقل تكاليف من إنشاء تابع بعيد من وجهة نظر الطاقة .

وقد بحثنا مميزات المرصد القمري من قبل في الفصل الحادى عشر . وهذه المميزات جميعا تنطبق بدرجة أكبر على مرصد فى الفضاء يستطيع الى جانب ذلك أن يرى الكرة السماوية كلها . وقد يؤثر جو القمر المخلخل على بعض المشاهدات الحساسة ، الأمر الذى لن يحدث إطلاقا فى محطة الفضاء .

ولعل أطرف الأختلالات التى تصبح ممكنة بفضل محطة الفضاء - وان كنا نعتقد أن هذا يقع فى المستقبل البعيد - روال الحدود التى تفرضها الجاذبية على أحجام الأجهزة الفلكية ، فالصعوبات الكبيرة التى ظهرت أثناء بناء المنظار الكبير الذى يبلغ قطره ٢٠٠ بوصة فى مرصد جبل بالومار (Mount Palomar) لم تكن صعوبات بصرية أساسا ولكنها كانت الى حد بعيد نتيجة لضرورة بقاء المرآة ومستلزماتها دون أى انحناء يزيد عن بضعة أجزاء من المليون من اليوصة مهما اضطر الأمر الى أن نجعل الجهاز البالغ الثقل يدور أو يميل . أما فى حالة انعدام الوزن التى تنطبق دائما على الاجسام فى المدار الحر ، فلن يحتاج بناء التلسكوب الا الى القوة اللازمة لاحتفاظه بشكله . وفى الواقع قد تكون الأجزاء البصرية على

بعد أميال بعضها عن البعض. لو لزم الأمر دون أى اتصال مادي بينها . وسيجعل هذا فى الامكان بناء أجهزة تستطيع قياس أقطار النجوم المتوسطة الحجم لأول مرة ، وقد يصبح من الممكن أيضا اكتشاف كواكب النجوم القريبة الأمر الذى لا يخطر لنا ببال باستعمال الأجهزة الأرضية .

ومنذ عام ١٩٤٥ واهتمام الفلكيين يتزايد باستمرار بنوع من « التلسكوبات » لاستخدام الأشعة الضوئية ، بل أمواج اللاسلكى ذات القدرة الكبيرة على الاختراق وبهذه الطريقة قد نستطيع أن نعلم شيئا عن بناء أجزاء الكون لا نستطيع « رؤيتها » بالطريقة المعتادة اطلاقا . ولما كانت موجات اللاسلكى أطول من موجات الضوء مليون مرة فلا بد من بناء أجهزة ذات حجم هائل للحصول على تحديد معقول للصورة وأكبر تلسكوب لاسلكى بنى حتى الآن يزيد قطره على ٢٠٠ قدم (بالمقارنة بمعنى بوصة بالنسبة لأكبر تلسكوب بصرى) وبالرغم من ذلك فإن قدرته على التحليل (Resolving Power) أى على فصل الأشياء المتقاربة أقل بآلاف المرات من أى منظار من مناظير الأوبرا الرخيصة . وفوق ذلك لا يمكن بسبب حجمه الهائل ؟ !

وفى الفضاء نستطيع التغلب على هذه الصعوبات جميعا ويصبح ممكنا أن نبني تلسكوبات لاسلكية يصل قطرها الى الأميال وأن نجعلها مع ذلك قابلة للحركة لانعدام وزنها .

ومن الواضح أن تجميع وتشغيل تلسكوبات جبارة تطفو في الفضاء (سواء كانت بصرية أو فلكية) يتضمن مشاكل هندسية لا يستهان بها . وسنبحث بعضا من هذه المشاكل حين نصل الى الانشاء الفعلى لمحطات الفضاء .

وبالمثل فالتابع الصناعى يهيبء للأبحاث الطبيعية فرصا رائعة . فستفتح حالة انعدام الوزن آفاقا جديدة واسعة فى العلم التجريبي . كما أن وجود فراغ كامل تقريبا فى أحجام غير محدودة سيكون حافزا لبعض الدراسات مثل علم الالكترونياات والطبيعة النووية وعدد لا يحصى من فروع التكنولوجيا التى تتطلب استخدام الضغط المنخفض . وسيصبح ممكنا لأول مرة أن نحصل على درجات حرارة قريبة من الصفر المطلق فى أحجام كبيرة من الفضاء .

وستلقى دراسة الأشعة الكونية (وهى واحدة من المسائل الأساسية فى علم الطبيعة الحديث) دفعة هائلة الى الأمام ، اذ أننا لا نستطيع مراقبة الاشعاعات الأولية الا خارج الغلاف الجوى . كما ستقدم معلوماتنا عن الأيونوسفير عندما تتمكن من مراقبته من الجهتين ، وهى ذات أهمية عملية كبيرة فى المواصلات اللاسلكية .

وبما أن محطة للفضاء على ارتفاع بضعة آلاف من الأميال تكون قادرة على مسح الجزء الأكبر من الكوكب فى ساعتين ، وتستطيع بذلك أن تراقب تشكيلات السحب وتحركات مراكز

العواصف ، فلا ريب أنها ستلعب دورا بالغ القيمة فى علم الأرصاد الجوية وان كان من المنتظر أن تظل المحطات الأرضية لازمة للماء التفاصيل الأخرى كالضغط ودرجة الحرارة الا أن التابع الصناعى يستطيع أن يقدم صورة اجمالية للموقف فى نظرة واحدة ، بالمعنى الحرفى لهذه الكلمة .

كما أن تابعا مداريا يمكن أن يكون ذا فائدة جمسة فى تسهيل الملاحة (حتى ولو لم يكن يحمل أى رجال أو أجهزة) بشرط أن يكون لامعا بحيث يمكن مراقبته بالنظر من الأرض . . وقد ظل الملاحون قرونا عديدة يجدون طريقهم على سطح هذا الكوكب باستعمال الشمس والقمر والنجوم . ولكن الأجرام السماوية الموجودة حاليا بعيدة جدا بحيث لا يمكن معها أن تستخدم بعض الطرق المباشرة لتحديد المكان ، ولاشك أن تابعا قريبا أو تابعين سيهونان من هذه المشكلة كثيرا .

أما استخدام محطة الفضاء للأبحاث البيولوجية فهو أمر ما يزال محلا للتكهنات فلا أحد يستطيع أن يقرر ما الذى قد تكتشفه العلوم الطبية من دراسة الكائنات التى تعيش مدة طويلة فى ظروف انعدام الجاذبية . ويجدر بنا أن نذكر أن الجاذبية عامل هام فى تحديد الحجم المحتمل للأحياء الميكروسكوبية الحجم (أو حتى للكائنات الكبيرة) وقد تسبب ازالتها بعض النتائج الطريفة . وان كنا يجب أن نصبر لنرى ما اذا كان ممكنا تربية الأميا حتى تصل الى حجم كرة القدم !

وسيزود انعدام الجاذبية الطب بسلاح جديد هام ، ليس في علاج الأمراض الواضحة كأمراض القلب فحسب ، بل انه سيزيد كذلك في سرعة أى نوع من أنواع النقاة ، وليس ضربا من الخيال أن تتبأ بأن الكثير من مستشفيات المستقبل ستكون في الفضاء . وقد رأينا أن استخدام الصواريخ ، حتى الكيميائي منها ، لن يعرض الركاب لتسارع مرتفع أو خطير . (ومن الطريف أن نذكر أن فكرة نقل المرضى بالجلوس منذ ثلاثين سنة كانت تبدو جنونا مطبقا بيد أنها الآن كثيرا ما تكون الطريقة المفضلة) . ولا شك أن وجود محطة الفضاء في ضوء الشمس باستمرار باستثناء الفترات القصيرة التي تحجبها فيها الأرض سيكون ذا قيمة علاجية كبرى . مثله في ذلك مثل منظر الأرض نفسها وهي تكاد تملأ السماء وتمر في أطوارها من الهلال الى البدر في بضع ساعات . كما أن التغير الكبير للتفاصيل التي تظهر في القارات والبحار والسحب ، ولسدة العثور على العلامات المميزة المألوفة ، أو حتى مراقبة شوارع المدن الكبرى خلال التلسكوبات ستجيب الى المرضى مفاهيم المؤقت . ولا بد أن العنبر المواجه للأرض في مستشفى محطة الفضاء سيكون « غرفة تطل على منظر فريد » !

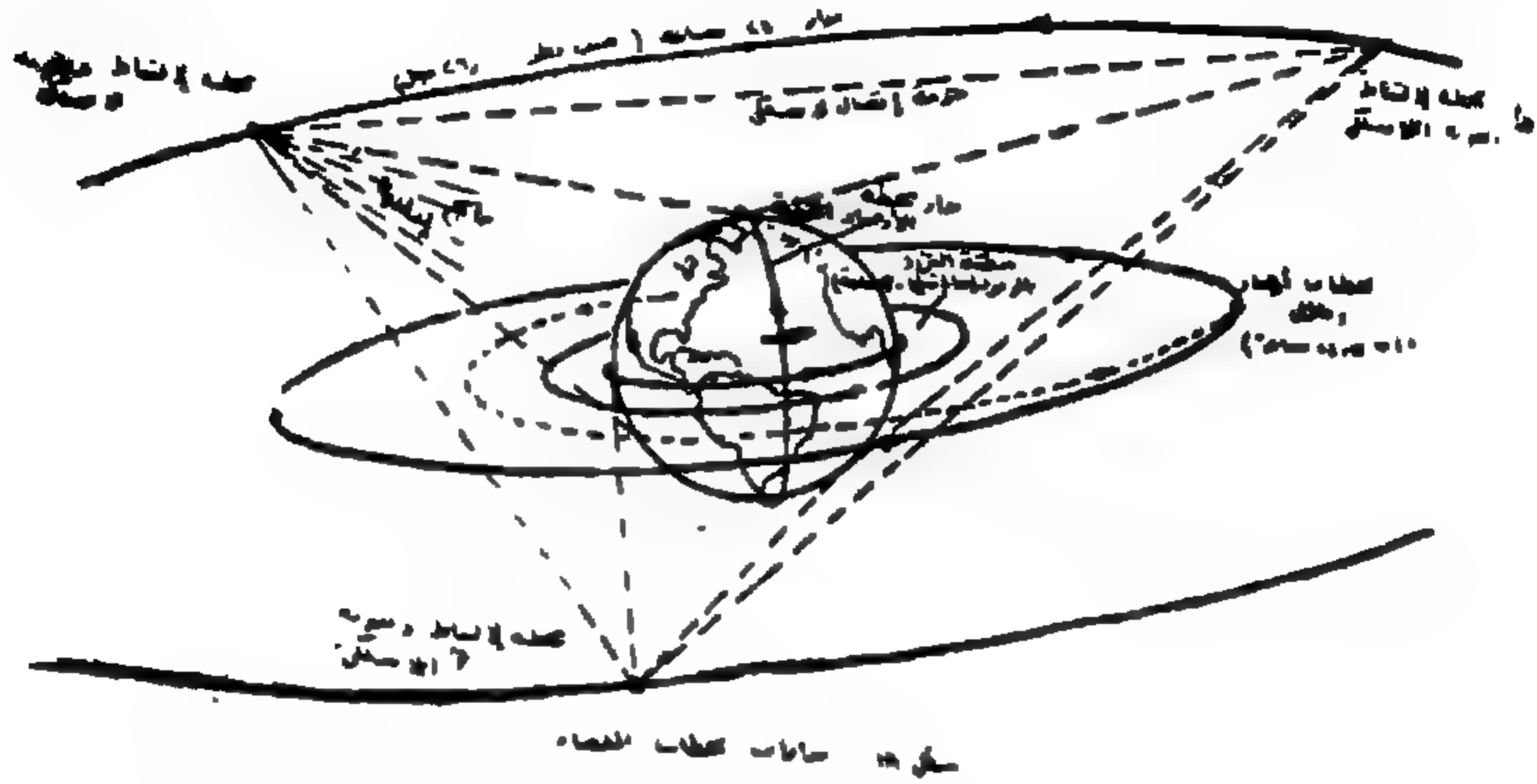
وغالبا ما تكون قواعد الاصلاح والتزود بالوقود في أقرب المدارات وبالتالي ستكون أكثرها اقتصادا ، وهذه قد تصبح يمضى الوقت شيئا ضخما، موانئ فضاء حقيقية بها كل التسهيلات

لموجودة بالموانى وحظائر ضخمة قد تزود بالضغط لتسهيل أعمال الإصلاح • ويستطيع المرء أن يجد فيها كل ما يجده اليوم فى المحطات البحرية أو الجوية الكبرى •

ونشك كثيرا فى أن سفن الفضاء ستقوم بالرحلات المباشرة من سطح الأرض الى الكواكب حتى عندما تصبح هذه الرحلات ممكنة فنيا وذلك لأن مميزات الطرق المدارية هائلة بدرجة أن سفن الفضاء قد لا تقلع من الأرض الى الكواكب مباشرة فى أى يوم من الأيام (على الأقل ما دام الصاروخ هو الوسيلة الوحيدة للانتقال) ولذلك فستطيع موانى الفضاء المدارية أن تتوقع فترة طويلة من الخدمة النافعة قبل أن تصبح غير ذات بال ، من الناحية الفنية •

ولعل أكبر قيمة لمحطات الفضاء من الوجهة التجارية المحضه ستنتج عن خدمات الراديو والتليفزيون التى يمكن أن توفرها . فالتابع المدارى يجعل ممكنا لأول مرة انشاء شبكة من المواصلات اللاسلكية المضمونة بين جميع بقاع الأرض لا تتأثر بالأحوال الأيونوسفيرية والزوابع المغناطيسية وباقى التقلبات التى بليت بها المواصلات اللاسلكية الطويلة المدى • كما انها ستحسن حالة الخدمة اللاسلكية لأنها لن تعتمد على الموجات المنعكسة مع ما يتبعها من تداخل والتواء • ويمكن أن تتصل المحطة بأى نقطة على نصف الكرة المواجهة لها بوساطة شعاع مباشر ويمكن نقل الاشارات الى أى نقطة فى الجانب الآخر حول

مسحني الأرض بواسطة محطة فضاء ثانية لو لزم الأمر .
 ونستطيع ثلاث محطات للفضاء تدور على نفس المدار وتقع كل
 منها على بعد ١٢٠° من الأخرى أن تغطي الأرض كلها
 (شكل ١٨)



والمدار المنطقي لهذا الغرض هو مدار ٢٤ ساعة أي على
 ارتفاع ٢٢٠٠٠ ميل فوق خط الاستواء ، وتصبح لكل نقطة
 على سطح الأرض محطة واحدة على الأقل ظاهرة في السماء
 دائما وبالإضافة الى ذلك فهي تكون مثبتة في السماء بعكس
 تلك الأجرام العاصية النافرة الشمس والقمر والنجوم .

ولعل أكثر الاحتمالات التي يمكن أن تحققها سلسلة
 المحطات المقوية هذه هي امكان انشاء شبكة عالمية للتليفزيون .
 ولا توجد أي طريقة أخرى يمكن أن تحقق هذه الأمنية في
 الواقع ، لأن انحناء الأرض يحدد مدى أجهزة الارسل
 السطحية بما لا يزيد عن مائة ميل . وتستطيع ثلاث من

المحطات الفضائية أن تتصل ببعضها البعض بواسطة أشعة من الموجات القصيرة جدا أن توفر خدمة تليفزيونية للكوكب كله ولا تستهلك في ذلك من الطاقة أكثر مما تستهلكه واحدة من المحطات الكبيرة حاليا .

وقد سمعنا من يقول ان هذه هي أقوى حجة ضد السفر في الفضاء ! ومع ذلك فيجب أن نذكر أنه حتى لو اتخذنا وجهة نظر متشائمة فيما يتعلق بالمستقبل الثقافي للتليفزيون فإن الموجات العالية التردد من النوع الذي يستخدمه لها واجبات أخرى ، ويمكن أن توفر عددا يكاد أن يكون لا نهائيا من قنوات الاتصال الحالية من التداخل كما ستوفر خدمات للملاحه ولأمن الطيران لا تتناسب مع أى شيء نستطيع تخيله اليوم . ويجب أن يمتلك المجتمع العالمي جهازا سريعا ومضمونا للاتصال ، ولا يحقق ذلك على نطاق واسع الا استخدام محطات نقل الراديو في الفضاء .

وقد تكلمت الصحافة كثيرا بعد انتهاء الحرب العالمية مباشرة عن مزايا جبارة في الفضاء قيل ان الألمان فكروا في استخدامها كأسلحة حربية أما الحقيقة التي تختفى وراء هذه الاشاعة فكانت أقل إثارة وأهمية كما هي الحال دائما مع الاشاعات فقد أشار هرمان أوبرت (Hermann Oberth) قبل ذلك بعشرين عاما الى احتمال بناء مزايا هائلة في الفضاء باستخدام صفائح من الصوديوم المعدني تجمع على نسيج من الأسلاك كنسيج

العنكبوت ! وتحفظ بشكلها هذا بقوة دورانها وتستطيع مرآة
عطرها ميلان أن تجمع ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ حصان من الطاقة
الشمسية فاذا وجهت هذه الى الأرض لأمكن أن تسبب في تسخين
محلى على مساحة كبيرة نوعا . وقد تخيل أوبرت استخدام
مثل هذه المرايا للتحكم فى الطقس ، بتبخير المساء فى بعض
المناطق ونوجيه بخار الماء الناتج الى مناطق أخرى . وقوانين
الضوء تجعل مستحيلا أن تركز كل الحرارة التى تأتى من
هذه المرآة بدقة تكفى لأن تصبح معها سلاحا خطيرا حقا ، ومع
ذلك فلو جعلت المرايا أكبر بكثير فانها تستطيع أن تجمع
المناطق المختارة حارة الى درجة لا تطاق .

وعلى أى حال ، فمرايا الفضاء كسلاح قد عفى عليها الزمن
قبل أن تبنى . ونحن الآن نعرف طرقا فعالة أكثر من هذه لقتل
الشعوب حرقا . كما أن المرآة ذاتها بناء سهل التدمير . فقد
تستغرق سنوات لبنائها بينما لا يستغرق تدميرها بضع دقائق
بنصف دسته من القذائف الموجهة .

وفى شكل ١٨ بينا المدارات المستخدمة للأنواع المختلفة من
الخدمات التى بحثناها آنفا . ومع أن جميع المدارات التى
ذكرناها حتى الآن كانت دائرية إلا أن بعض المسدارات
البيضاوية قد تستخدم لأغراض خاصة . وقد تأخذ هذه
الأخيرة المحطة الى بعد مئات الآلاف من الأميال بعيدا عن
الأرض ثم تعود الى مسافة بضع مئات من الأميال خارج الجو
بعد أسبوع .

وفد يظن البعض أن المدارات المتعددة التي تظهر في شكل ١٨ قد تتداخل مع بعضها وسيكون هناك خطر التصادم بينهما . ولكن هذا مستحيل بالنسبة للمحطات التي تدور على مدارات دائرية والتي لا تستطيع تغير بعدها عن الأرض الا باستخدام الطاقة . ويجب على سفن الفضاء التي تنطلق بعيدة عن منطقة التزود بالوقود أن توقت ميعاد رحيلها بحيث لا تقترب على مسافة اصغر من اللازم من أى محطة خارجية . ولما كانت هذه التحركات تتضمن بلايين كثيرة من الأميال المكعبة من الفضاء فلن يكون هذا قيدا خطيرا على مدارات الطيران . وهى على أى حال ستبدأ رحلتها من مستوى خط الاستواء على مسافة قريبة من الأرض .

ولقد كتب على الأقل كتاب واحد كامل حتى الآن عن تصميم محطات الفضاء وميكانيكياتها الداخلية . ولا نستطيع هنا أن نذكر الا القليل من النواحي الرئيسية فى هذا الموضوع الشيق الذى سيواجه المهندسين فى المستقبل ببعض المتساكنات الغريبة .

وستبنى محطات الفضاء الأولى فى الغالب من سفن للفضاء تفكك بعد وصولها الى السرعة المدارية وسيقوم بتجميع المبنى رجال يرتدون ملابس الفضاء ويحركون أنفسهم وأحمالهم بواسطة مسدسات رد الفعل أو النافورات الغازية . وربما تستخدم سفن صغيرة للفضاء تتسع لرجل واحد ومجهزة

بالأجهزة اللازمة للتداول بدلا من بذلة الفضاء التي أصبحت
شيئا تقليديا مألوفا الآن .

وتتسلق الى المدار صواريخ متتابعة تحمل المخزونات ومواد
البناء وتسقط حمولتها بكل بساطة في الفراغ حتى تحتاج اليها .
وسيسهل انعدام الجاذبية التجميع بدرجة كبيرة ستبنى أولا
غرفة كروية يمكن أن تزود بالضغط لتعمل كسكن لموظفي
محطة الفضاء على الأرجح . ومن هذه البداية يمكن استخدام
مجموعة لا نهائية من التصميمات . فقد تأخذ بعض المحطات
شكل قرص مسطح يدور ببطء حول محوره بحيث يبدو كأن
هناك جاذبية طبيعية عند حافته ولا جاذبية إطلاقا عند المحاور
وبهذا يستطيع موظفو المحطة أن يعيشوا حياة طبيعية في جاذبية
معتادة وفي نفس الوقت يستطيعون لو أرادوا أن يقوموا بتجارب
على انعدام الجاذبية في نفس المحطة . وستظل بعض التوابع الأخرى
دون دوران ، وخاصة تلك الخاصة بالأبحاث الفلكية حيث يجب
أن نحفظ بالأجهزة موجهة لفترات طويلة في اتجاه لا يتحول .
وقد يعيش أفرادها في فترات راحتهم في محطة دوارة على
بعد بضعة أميال في الفضاء ، ويتقلون من الواحدة الى الأخرى
بوساطة صواريخ منخفضة القوة .

وستتمو هذه المحطات بمرور الأعوام بعملية تجميع ، قننى
بها باستمرار غرف ومعامل جديدة حتى لقد تصل في النهاية
الى الأميال في اتساعها . وتتكون من مجموعة من الأبنية التي
تحقق أغراضا متباينة ولا ترتبط بعضها الا ارتباطا واهيا ، أى

انها تصبح مدنا حقيقية في الفضاء . وسترى كبرياتها بسهولة
من الأرض كنجوم لامعة تغير السماء بسرعة من الغرب الى
الشرق . وكثيرا ما تختفى حين تمر في ظل السكواك
و . . تكيف . .

وفي اللوحة رقم (١٠) ترون بناء واحدا من أنواع هذه المحطات
وقد صمم هذا النموذج بالذات بحيث يكون مزودا بالجاذبية
بوساطة القوة المركزية الطاردة ، وهو مجهز بمنحطة للطاقة
الشمسية (ستغطي الكمرات المشكلة كالقطع الدائريء بالواح
من المواد العاكسة لتركيز أشعة الشمس على الغلايات في
بعد) وفي مقدمة الصورة غرفة الضغط التي يمكن عن طريقها
الوصول الى داخل المحطة بينما يطفو في وسط الصورة صارى
شبكة سيستخدم لرفع الأجهزة اللاسلكية . وفي اللوحة (١٠)
نظهر هذه المحطة كاملة .

وبرغم أنا افترضنا أن التابع الصناعي يستمر في الدوران
حول الأرض بدقة بالغة بعد وضعه في مداره لأول مرة إلا
أن هذا ليس صحيحا تماما . فالتأثير الناتج عن الشمس والقمر
والجاذبية الناتجة عن انبعاج الأرض نفسها عند خط الاستواء
ستغير مدار التابع ببطء وتسبب انحراف مستوى دورانه فتجعله
يميل ببطء الى أعلى وإلى أسفل . وهذا الأمر صغير لتدرجه
لا تكون له معها أهمية عملية . وسيكون ممكنا دائما إعادة
ضبط المدار باستخدام دفعات صاروخية بالغة الصغر اذا لزم
الأمر . وعلى الواقع سيصبح إلزامنا علينا أن نتخذ بعض الخطى

حتى لا تحدث بعض الاختلالات الطارئة في المدار عند قذف
المخلفات من المحطة أو عند أخذ مواد جديدة الى داخلها .
ولا شك أن توابع صناعية ستبنى في أماكن أخرى بخلاف
حوار الأرض مع تقدم علم السفر في الفضاء وفي أغلب الأحيان
سنجد كويكبات أو أقمارا صغيرة يمكن أن تستعمل كأساس
بدأ في البناء عليه . ويمكنها أن توفر كثيرا من المواد الضرورية
... وفي هذه الحالة لن يكون هناك فارق كبير بين محطة
الفضاء والمستعمرة الكوكبية .

وكما أن كثيرا من القواعد ستبنى لتدور في مدارات حول
الكواكب للأغراض العديدة التي ذكرناها ، فسيبر الكثير
منها في مدارات مستقلة حول الشمس وتصبح بذلك كواكب
صناعية وليست أقمارا صناعية . ومن الفوائد الواضحة لمثل
هذه القواعد ما يتصل بالمواصلات بين الكواكب ، فكثيرا ما
يحدث أن تكون سفينة الفضاء أو أحد الكواكب في الجهة
الأخرى من الشمس بالنسبة للأرض وبذلك يصبح الاتصال
المباشر بينهما مقطوعا ، فإذا وجدت محطة للفضاء تسير على
مدار الأرض ولكن تبعد عنها بضعة عشرات الملايين من الأميال ،
فإنها يمكن أن تستخدم كمحطة مبردة للأسلكي وبذلك يمكننا
من أن « نرى » « فيما » وراء الشمس »

وتظهر قوانين ميكانيكا الأجرام السماوية أن جسما صغيرا
يمكن أن يسير على مدار الأرض بهذه الطريقة لو كان معها
وزن الشمس مثلنا متساوي الأضلاع . وهناك موضعان أمام

الأرض ، والثانى على نفس البعد خلفها • وهناك مواضع
حالة المشترى مجموعتان من الكويكبات بالطرواديين (Trojans)
مستقرة مماثلة فى مدارات الكواكب الأخرى وتختلها فعلا فى
• • فلو نظرنا الى المستقبل البعيد للانسانية ، فقد يأتى وقت
يصبح فيه هذه العوالم الصناعية بنفس أهمية الكواكب الطبيعية
الأصلية • وقد تتبع البروفسور ج • د برنال (D.Bernal)
(Professor) هذه الفكرة الى أقصى ما تصل اليه فى كتابه
« العالم ، والجسد ، والشيطان »

(The World, The Flesh, and The Devil)

« وهو واحد من أغرب انطلاقات الخيال العلمى المنظم » فهو
يتخيل كويكبات كروية يصل قطرها الى عدة أميال وفيها
مناطق لانتاج الطعام تحت غلافها الشفاف مباشرة • وتليها الى
الداخل الآلات التى تنظم درجة الحرارة والهواء أو التى تتحكم
فى مناخ هذه الدنيا الصغيرة بكلمة أخرى •

أما الحيز الأوسط فهو المنطقة المعيشية وهى أكثر اتساعا
مما تتخيل بنظرنا المستوية « ذات البعدين » نظرا لانعدام
الجاذبية • وكما أشار برنال ، فالفكرة التى يبلغ قطرها ثمانية
أميال تحتوى فى داخلها على مكان فعال يماثل ماتحتويه مساحة
من الأرض تبلغ ١٥٠ ميلا مربعا اذا قدرنا لها كمية سخية من
الهواء ولتكن خمسين قدما فوق الأرض •

وقد تنهى هذه العوالم ثقافتها الخاصة ونشاطها المتخصص
وان كانت على اتصال دائم بجيرانها وبالمدنات الأخرى

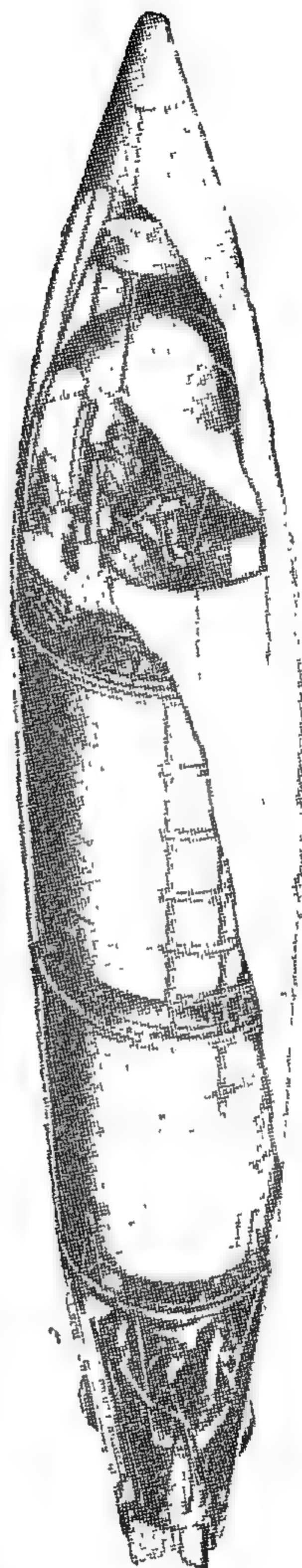
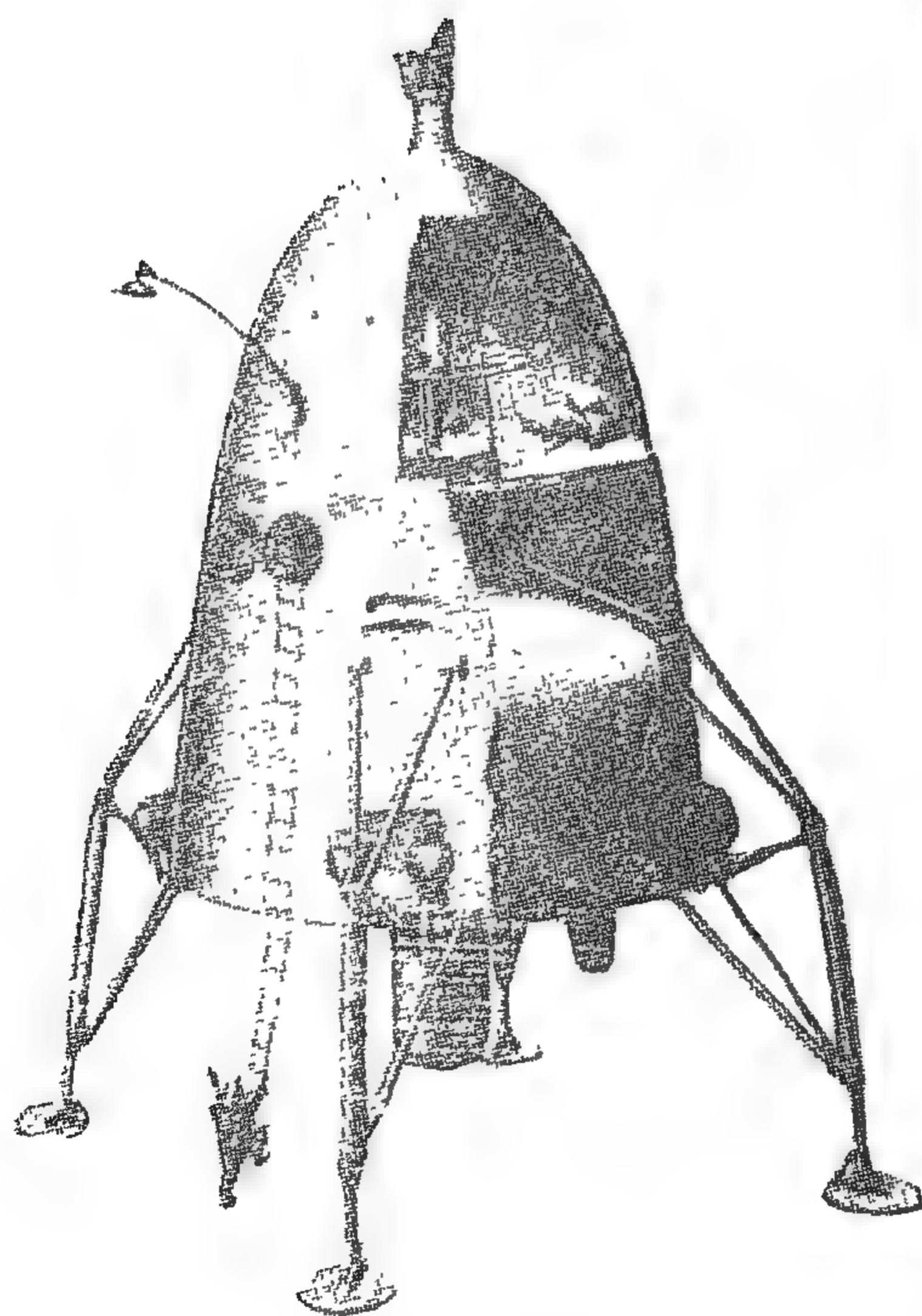
الموجودة على الكواكب ، ومن المحتمل ألا يعيش من الجنس
البشرى الا جزء بسيط على الكواكب الأصلية للشمس ، وربما
تصبح عائلة الشمس بعد ألف سنة أكثر عددا بكثير مما هي
عليه الآن .

وللعوالم الصناعية أهمية أخرى لأنها توجد حلا للمشكلة
البالغة الصعوبة وهي السفر بين النجوم وسنبحث هذه المشكلة
فى الفصل السابع عشر - وقد كان برنال أيضا هو أول من
أشار الى ذلك .

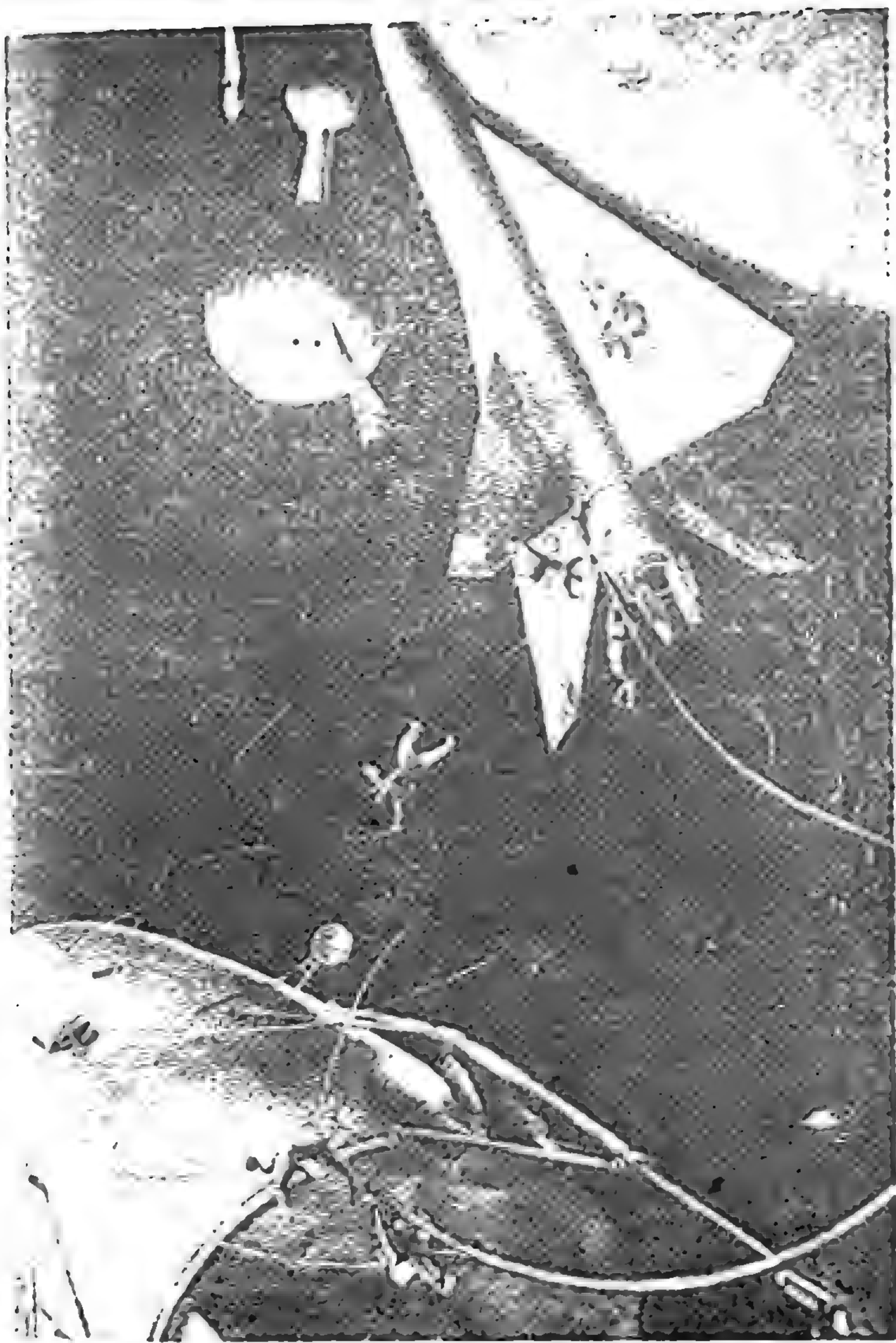


لوحة - ١ - انقاعة القمرية

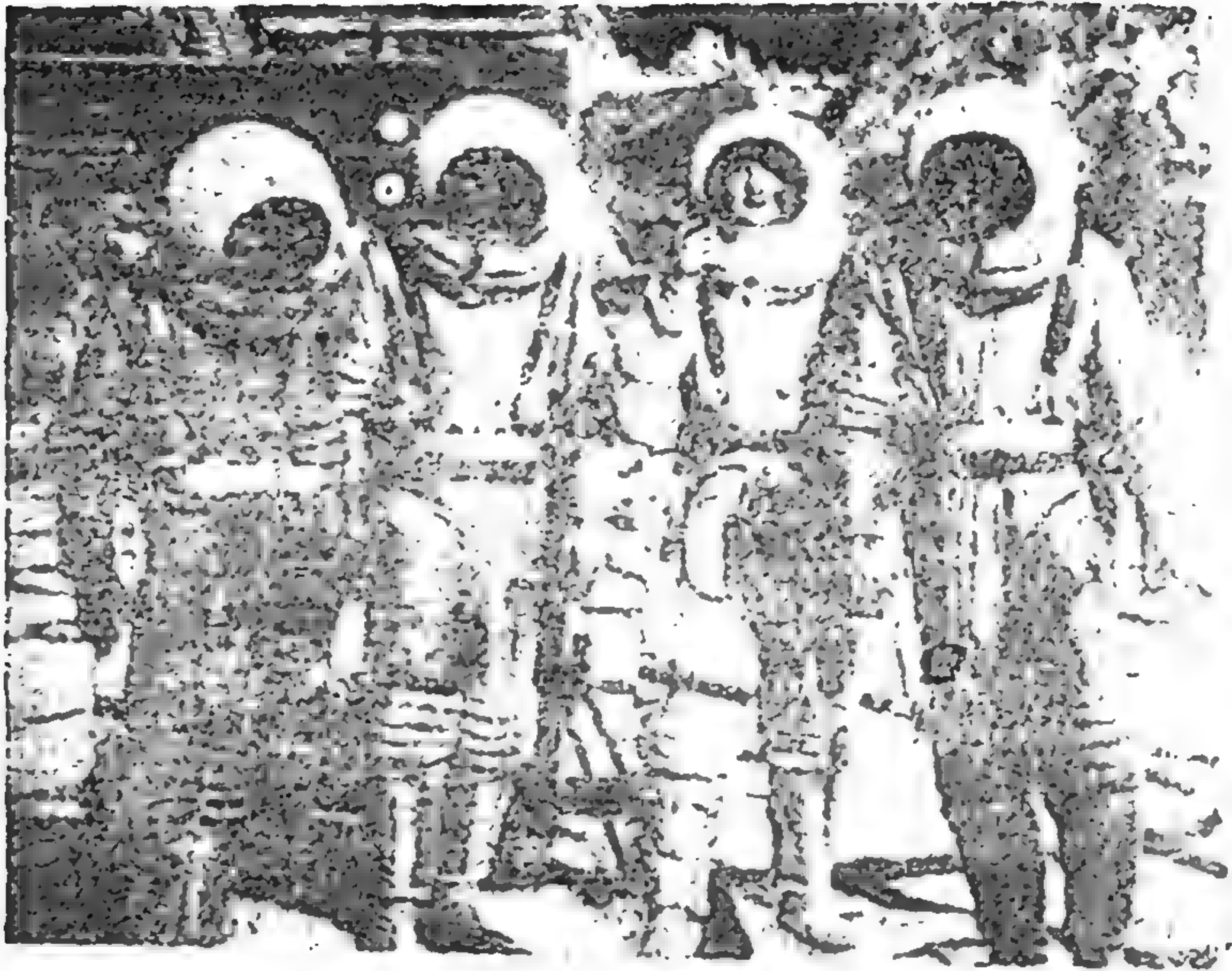
صاروخ حامل للانسان
للالرئفاءاء العالفة



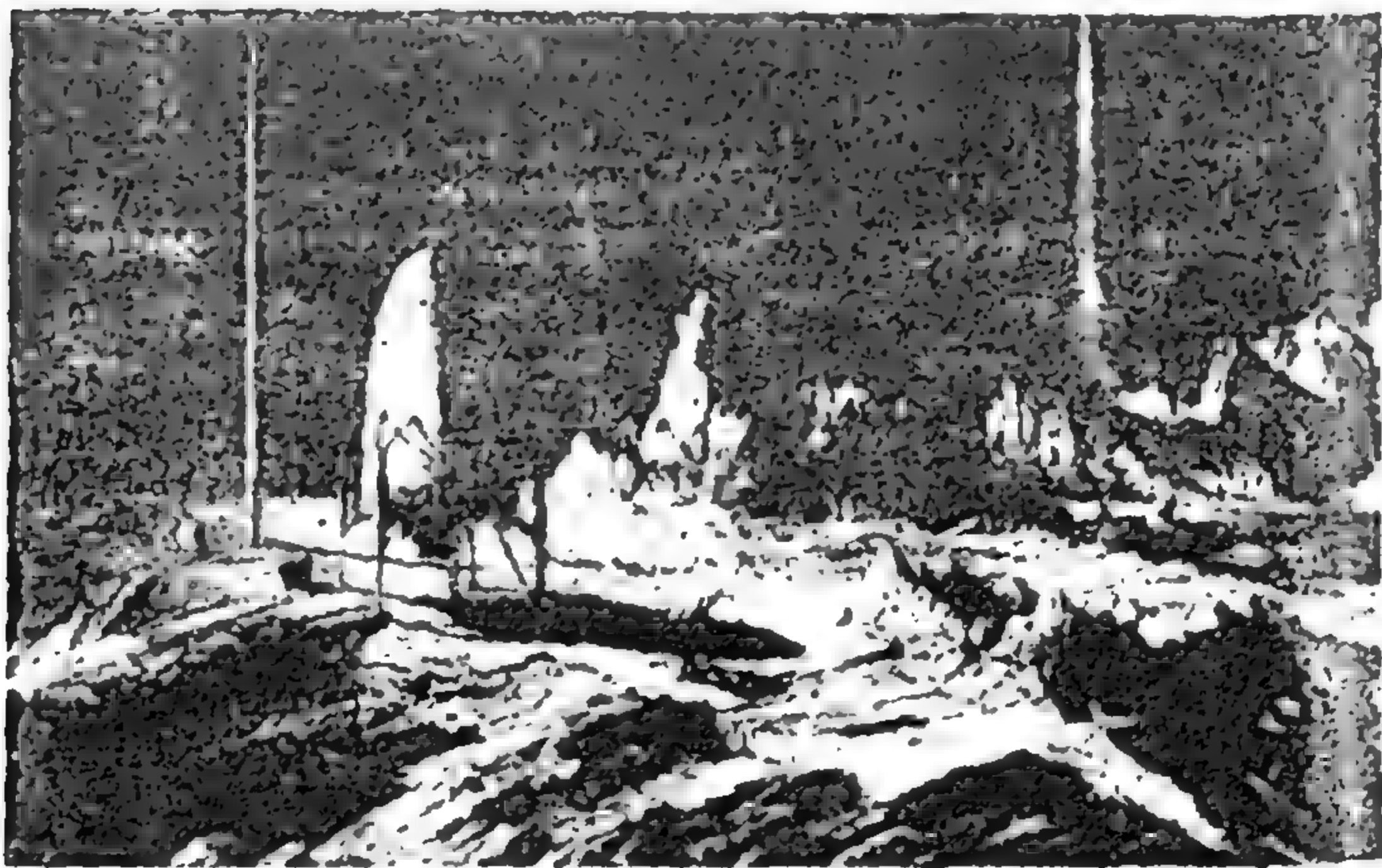
اللوحة ٢ - ماقاع فى سفففة نضاء قمرفة



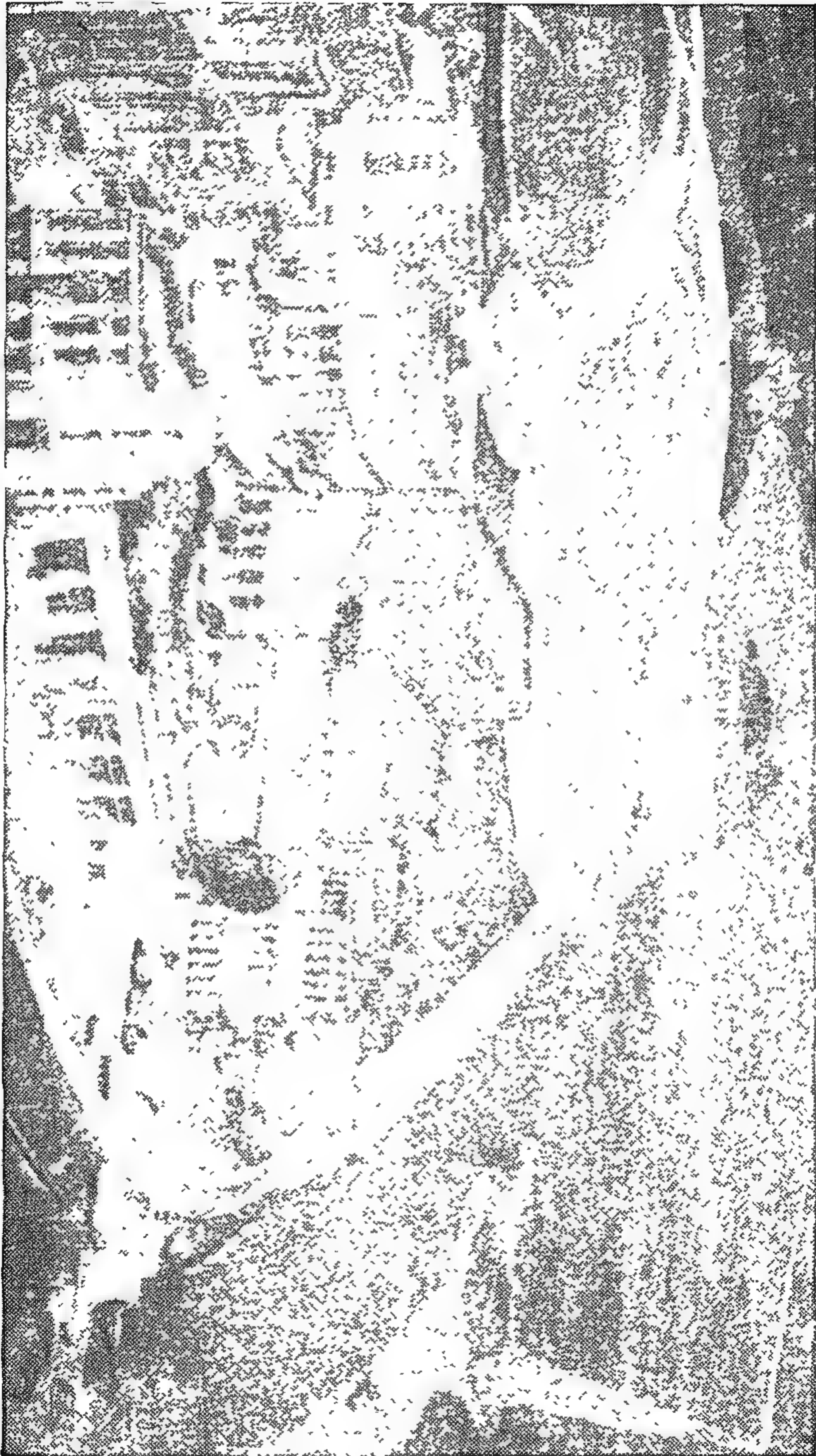
الزود بالرفود في المنار الحر



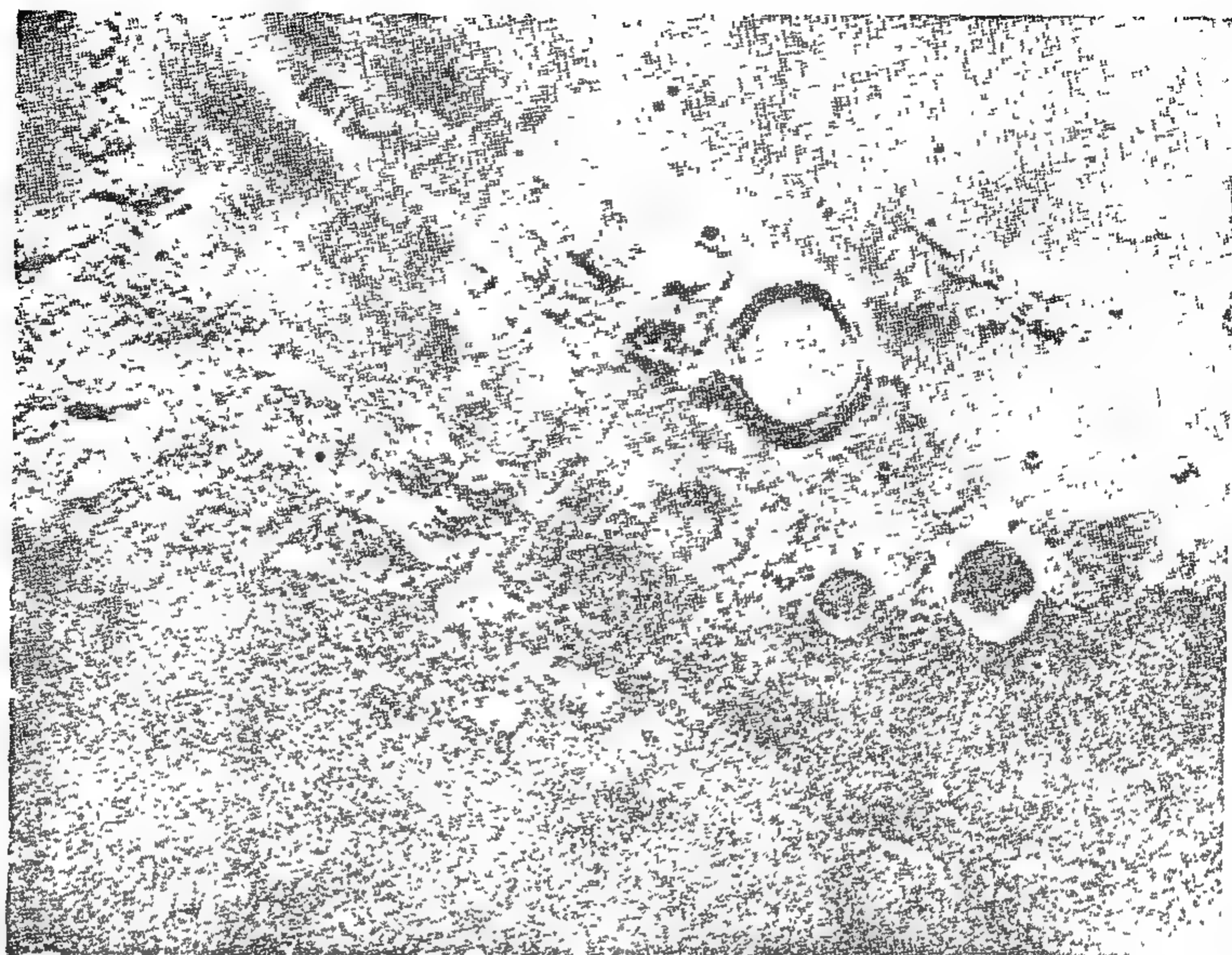
الوحيد : - سميت القصر على : الفهر



ارحة ٤ - دلة اللضا



اللوحة ٥ - القاعدة الريحية ..



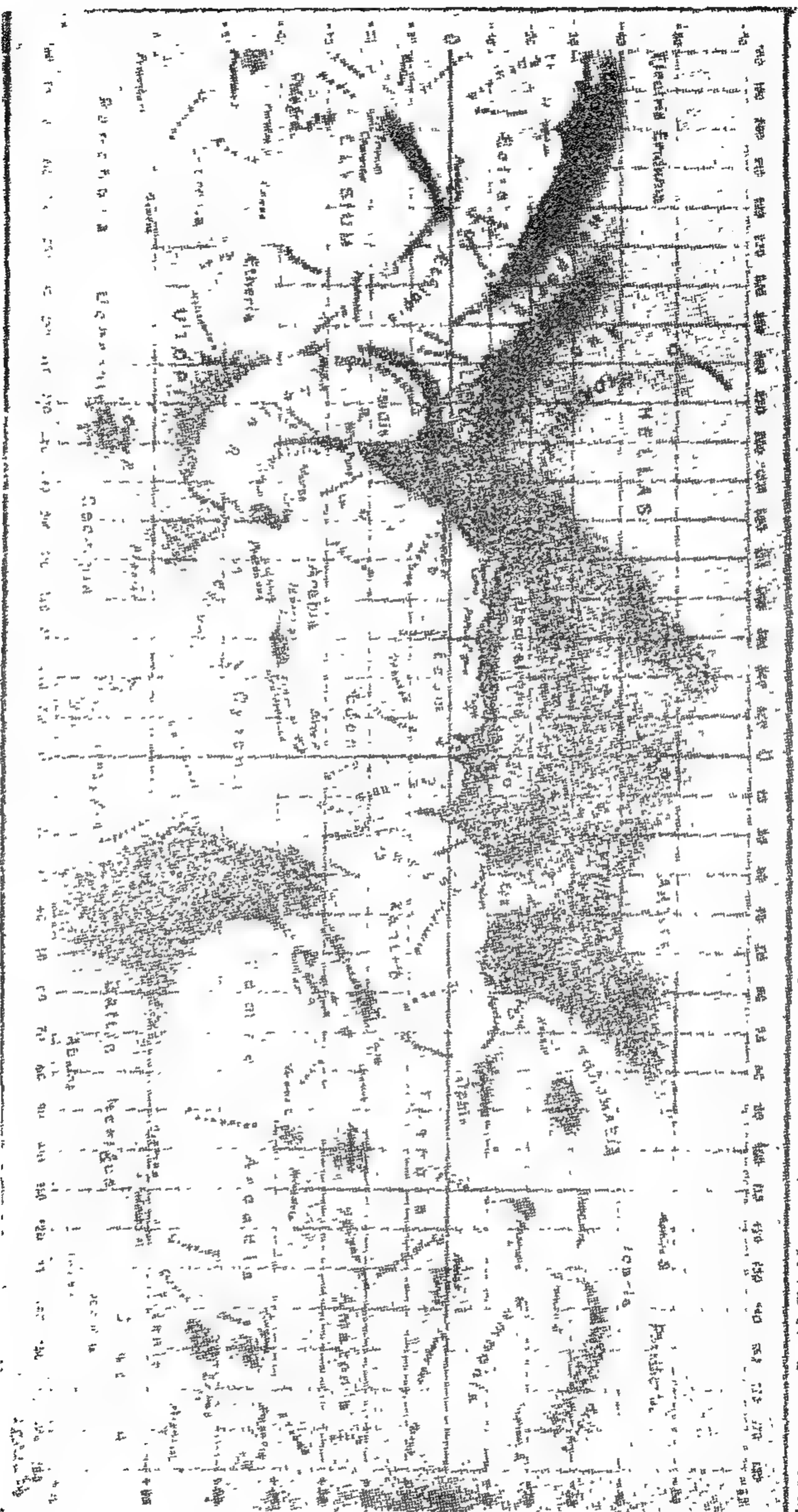
خريطة الفهر

الدرجة ٦ - منطقة بحر « أمبريم »

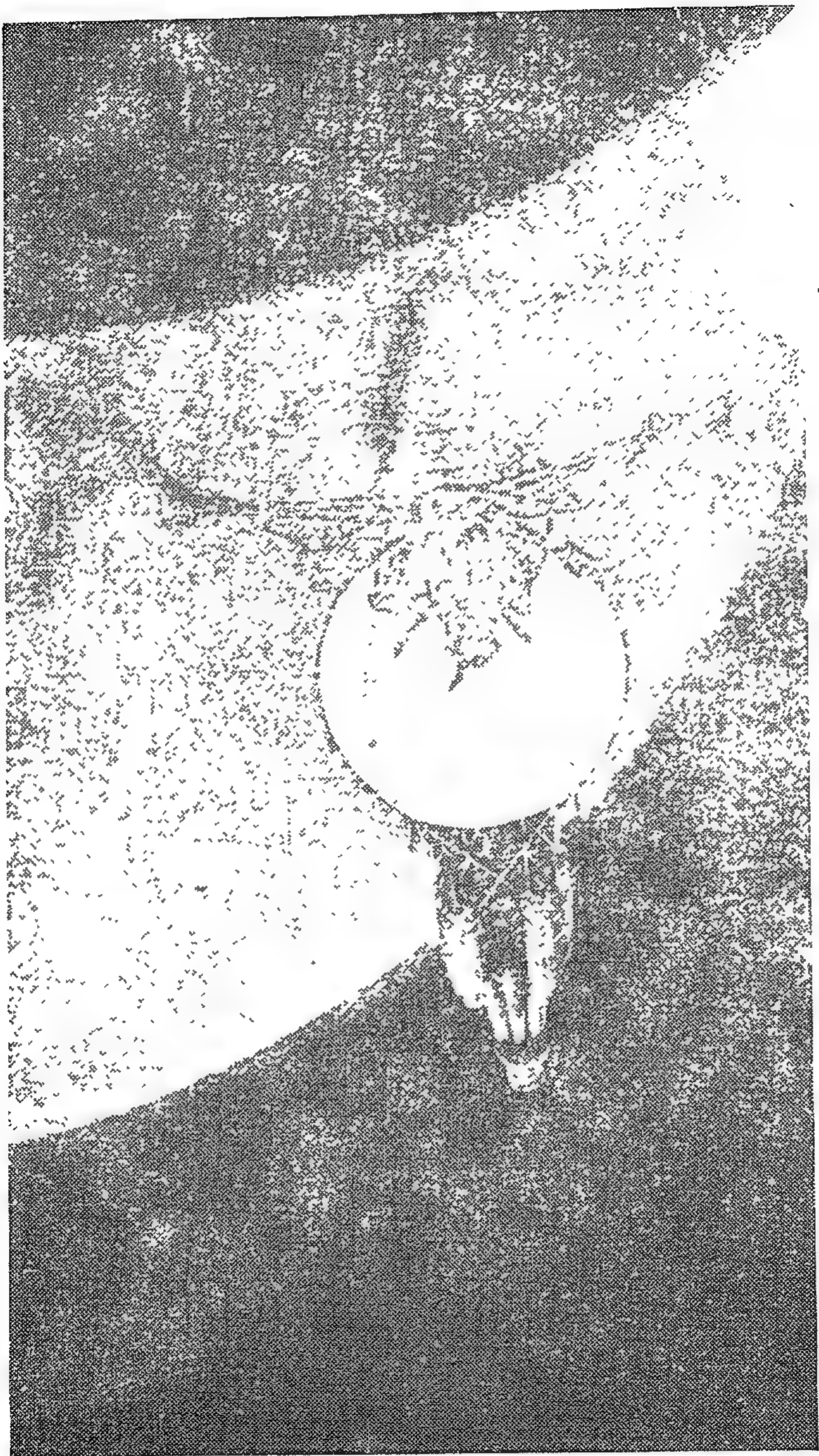




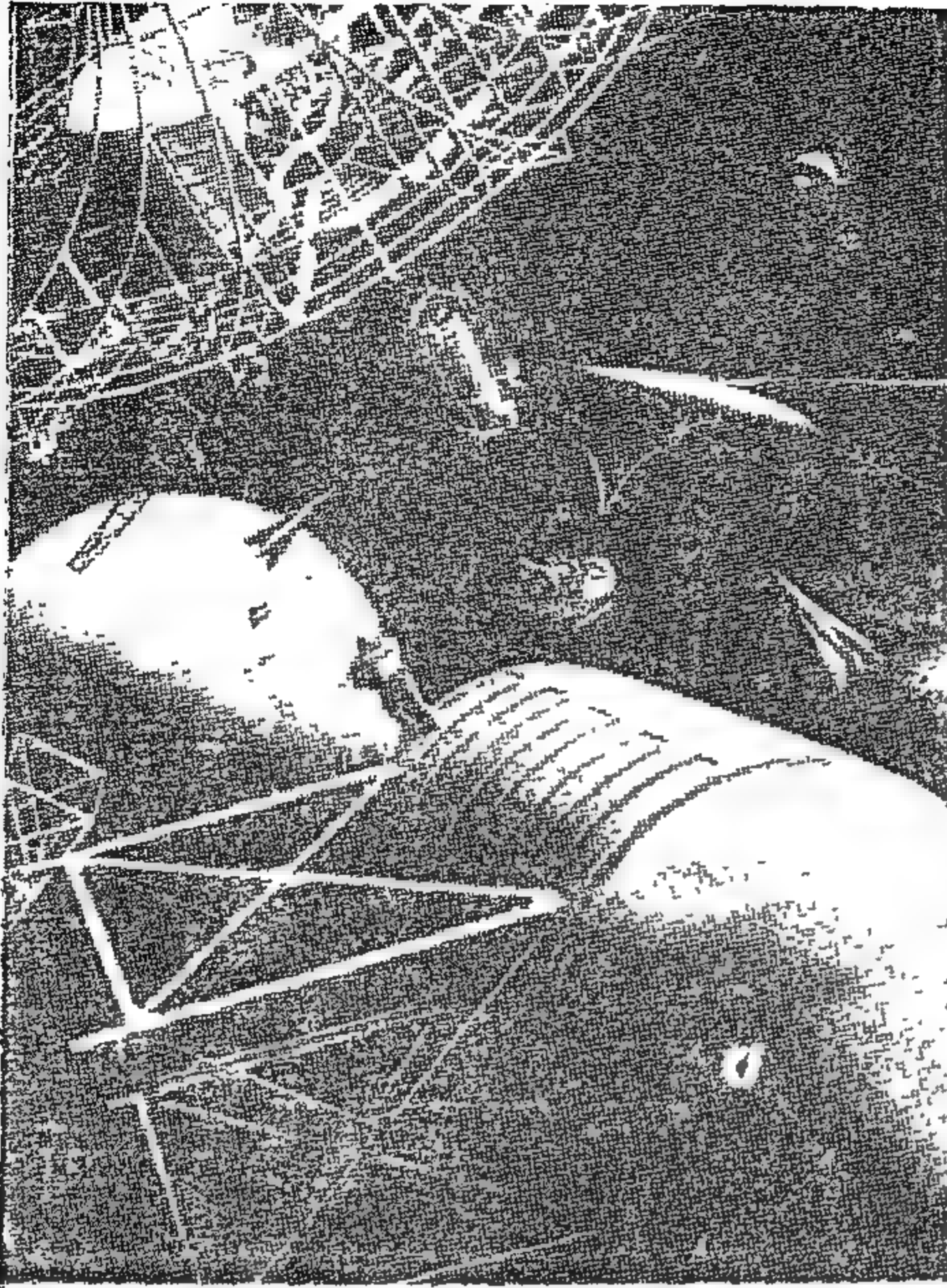
لوحه ٧ - التسكيلان القهرية



لوحة ٨ - خريطة المربع



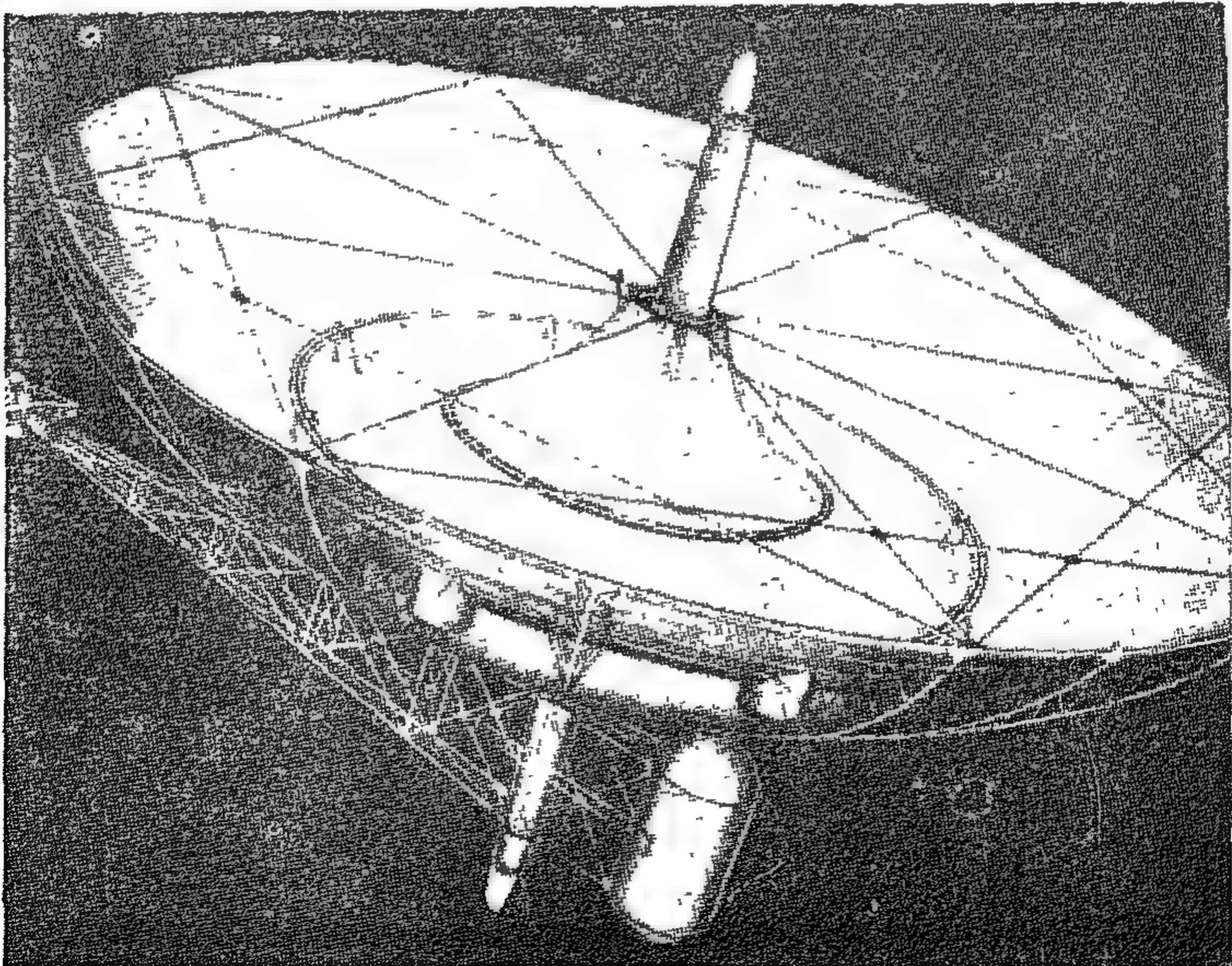
لوحه - ۹ - صاروخ اوتوماتيكي بر اقب المريخ

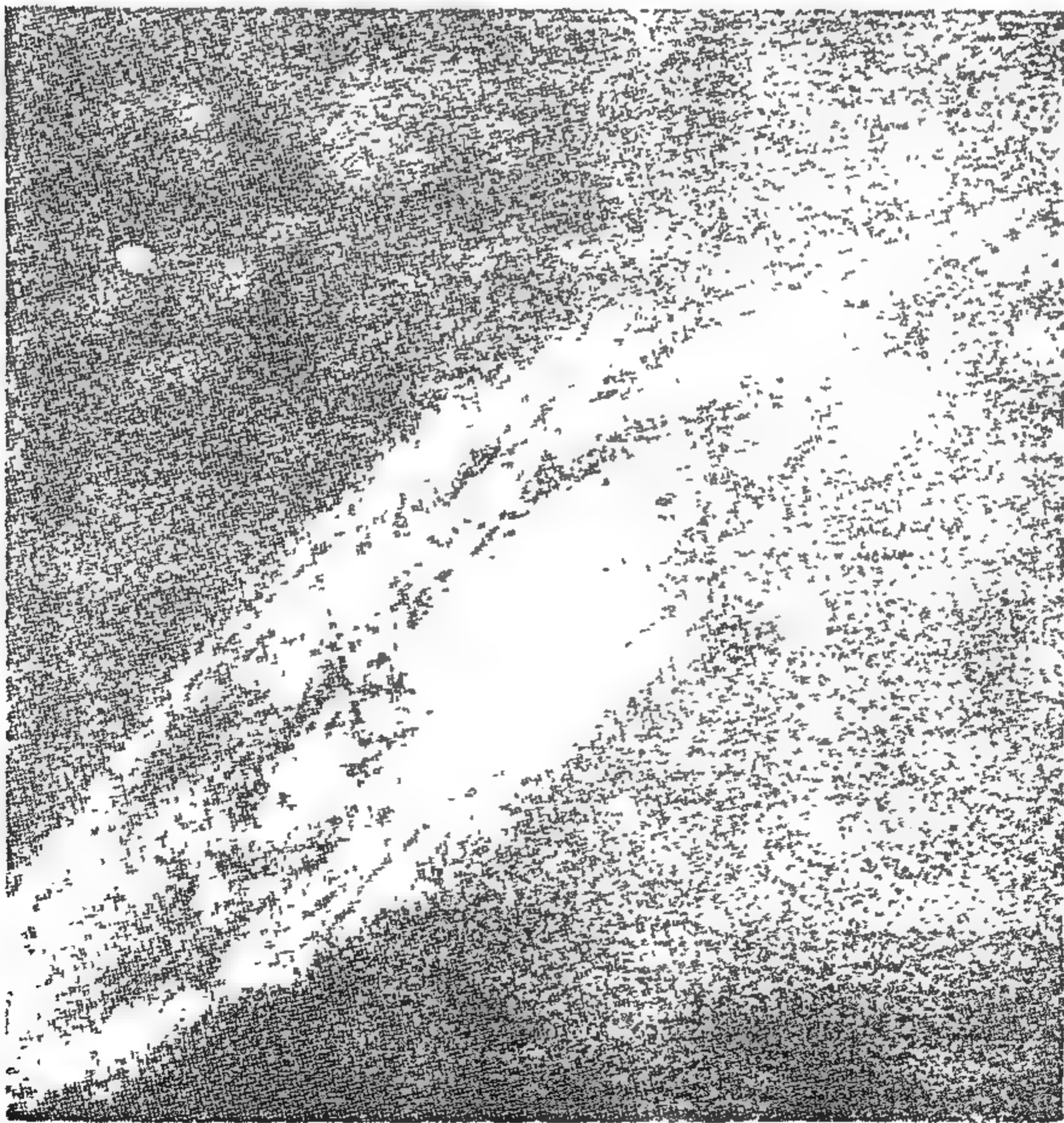
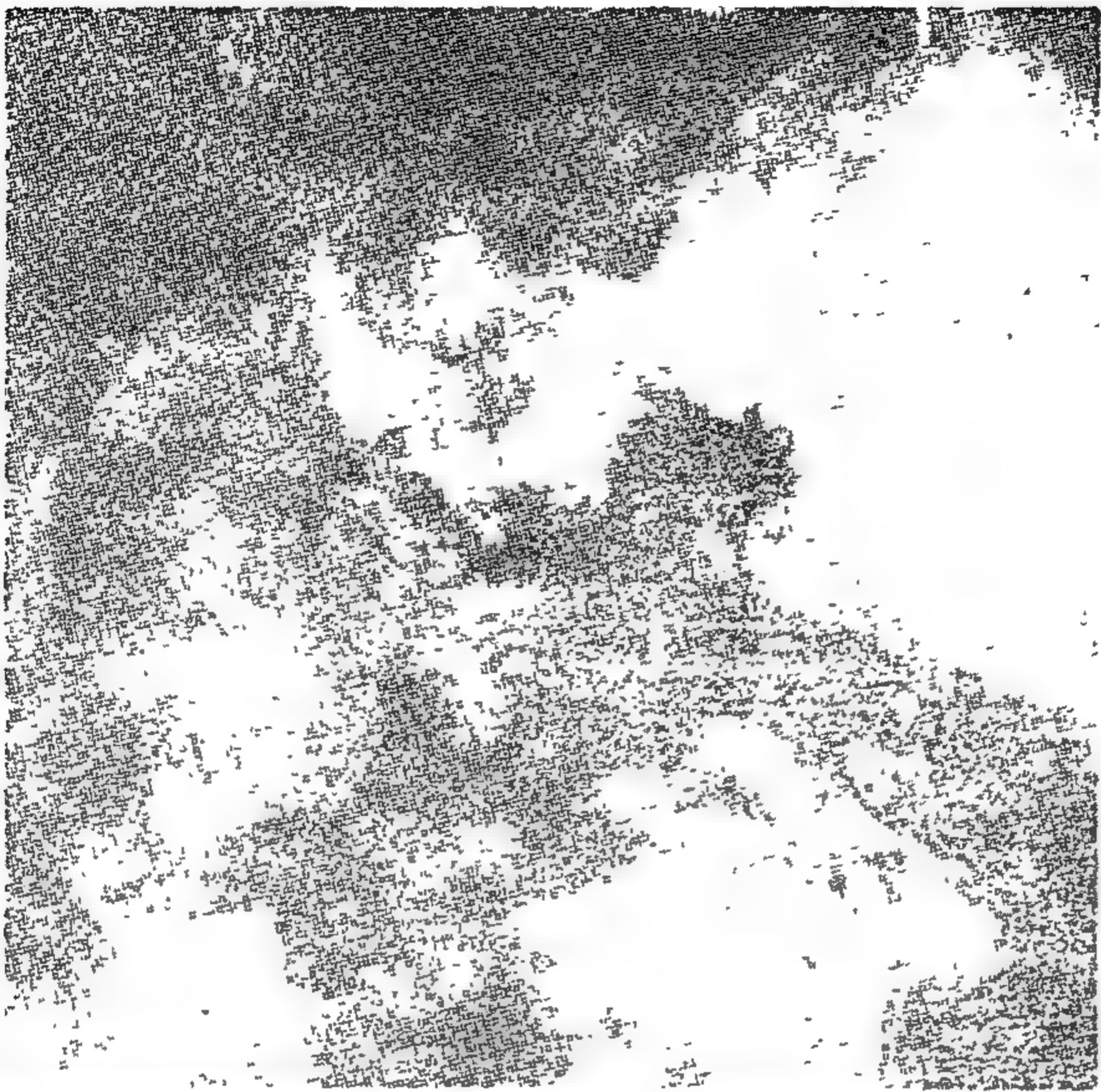


محطة بناء الفضاء
←

لوحة - ١٠

محطة الفضاء





السحب النجمية في « سينوس »
 لوحه - ١١
 سديم « أندروميدا » العظيم



اللوحة ١٢ - نظام متعدد الشهورس

الفصل السادس عشر

شموس غير شمسينا

تبدو لنا المجموعة الشمسية بما فيها من بضعة كواكب مبشرة على مسافات شاسعة من الشمس كأنها تتكون من الفضاء المفرغ تقريبا . فاذا نظرنا اليها من وجهة النظر الكونية لوجدناها شيئا صغيرا مزدحما . واذا كانت المسافات بين الكواكب أكبر مليون مرة من المسافات الأرضية فإن المسافات بين النجوم أكبر من المسافات بين الكواكب مليون مرة أخرى وحتى الضوء الذي يمكنه أن يصل من الشمس الى بلوتو في بضع ساعات يستغرق أكثر من أربع سنوات ليصل الى أقرب النجوم ولذلك فليس غريبا ألا يجيء الا في حقبة متأخرة من تاريخ الفلك اثباتنا أن النجوم ليست في الحقيقة الا شموسا أخرى تظهر كنقط من الضوء بسبب بعدها الهائل .

وتعد شمسينا نموذجا للنجوم المتوسطة وان كان لمعانها أكثر من المتوسط ، فلا ينفوقها في اللعان بين أقرب عشرين نجم اليها الا ثلاثة . والغالبية العظمى من هذا العدد أبهت كثيرا .

وهي واحدة من عدد كبير ربما يصل الى ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ر ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠
نجم تكون مجموعة تشبه القرص وتعرف بالمجرة (Galaxy)
ولو استطعنا أن نرى مجرتنا من الخارج لوجدنا أنها تشبه الى
حد كبير الشكل المين في (لوحة ١١ أ) وهي صورة
لسديم اندروميديا الشهير

وتتفاوت النجوم في الحجم واللمعان تفاوتاً هائلاً ونحن هنا
نقصد الاختلافات الحقيقية وليست تلك التي يسببها أثر المسافة .
فاذا اتخذنا من شمسنا مقياساً وهو التقليد المتبع لسهولة المقارنة ،
فإن أكبر النجوم المعروفة ذات قطر أكبر من قطر الشمس
ألف مرة . أى انها تستطيع أن تحتوى على مدارات الكواكب
جميعاً حتى زحل ! ومن الجهة الأخرى يصل قطر أصغر
النجوم الى جزء من مائة جزء من قطر الشمس وهي بذلك
أصغر من الأرض .

أما التفاوت في قوة الاضاءة بين النجوم فهو أكبر من ذلك
فهناك نجوم تفوق الشمس في اللمعان عشرة آلاف مرة . كما
أن هناك نجومًا أضعف منها عشرة آلاف مرة ومع هذه
الاختلافات في اللمعان (Brightness) توجد اختلافات في
الألوان . وشمسنا التي نعتبر ضوءها « طبيعياً » هي في الحقيقة
نجم يميل الى الاصفرار . وتضئ أكثر النجوم حرارة بضوء
أبيض يميل الى الزرقة براق ، وأغلب اشعاعها لا يظهر لنا
لوتوعه في منطقة الأشعة فوق البنفسجية . واليكم ألوان

يقسم السماء الى قسمين متساويين تقريبا لغزا غامضا للبشر حتى
أظهر اختراع التلسكوب أنه يتكون من ملايين النجوم الخافتة .
ونحن نعرف الآن ان خفوتها يرجع الى البعد فحسب . أما السبب
فى أنها تكون شريطا متصلا حول الأرض فيرجع الى وضعنا
فى الفضاء فعندما ننظر الى المجرة فاننا ننظر فى اتجاه المحاور
الأعظم للمجموعة النجمية فترى النجوم فى صفوف
متراصة تمتد الى مدى البصر أو التلسكوب . واذا نظرنا الى
أى اتجاه آخر فان نظرنا يخرق سمك قرص المجرة الرقيق
نسبيا ولذلك لا نرى الا عددا بسيطا من النجوم ويلبها الفراغ
الواسع الذى تسبح فيه الأكوان المنعزلة الأخرى . واذا نظرت
مرة أخرى الى اللوحة (١١ « أ ») ستحقق على الفور من أن أى
شخص يعيش على كوكب فى أطراف السديم أندروميدا سيرا
نظانا مشابها من النجوم حول السماء .

ويقع قلب مجرتنا حيث تتكاثف النجوم فى اتجاه البرج
ساجيتاريوس (Sagittarius) واللوحة ١١ ب تعطى فكرة
عن سحب النجوم الكبيرة فى احدى المناطق الكثيفة من المجرة .
••• وهى تحتوى بالاضافة الى الشمس على سحب هائلة من
الغاز المضىء - ربما كان هو المادة الخام التى تصنع منها
النجوم .

ودراسة النجوم فى حد ذاتها هواية خلافة لا حدود لها ،
ولكننا من وجهة نظر السفر فى الفضاء لانهتم الا بالكواكب .
ولسوء الحظ لا يظهر أكبر الكواكب على مسافة بضعة سنين
- ٢٧٤ -

ضوئية بحيث اننا لا نملك وسيلة نعرف بها ما اذا كان لبروكسيما ستاورى وهو أقرب النجوم الينا كواكب أم لا . ولهذا فمن المحتمل أن يتحدد رأينا فى وجود الكواكب فى الكون فى الوقت الحاضر طبقا لنظرتنا الى المجموعة الشمسية كظاهرة عادية فى الكون أو كفلنة فلكية .

وقد كان الرأى الأخير سائدا حتى وقت قريب ، لأن الظروف الوحيدة التى يمكن أن يتصور تكون المجموعة الشمسية فيها كانت تتطلب فى الظاهر احداثا غير عادية كاقتراب نجمين حتى يكادا أن يصطدما . أما الآن فتسود نظرة مختلفة تماما ، ومع أننا لا زلنا أبعد ما نكون عن معرفة كيف تكونت الكواكب ، إلا أن هناك شعورا بأن الكثير من النجوم ان لم يكن أغلبها لها كواكب . ولا شك أن هناك عشرات الآلاف منها بين نجوم مجرتنا وحدها التى يبلغ عددها ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ . ولكننا لا نعرف وسيلة نكتشف بها أى النجوم تمتلك كواكب وأياها بدون كواكب ، وقد تحل هذه المشكلة حين تتمكن من بناء المراصد فى الفضاء .

وهناك حالة أو حالتان استثنائيتان وجدنا فيها أدلة على وجود أجسام فى حجم الكواكب تدور حول نجوم أخرى . وأول ما اكتشف منها كان فى مجموعة النجم المزدوج ٦١ سيني (61 Cygni) ويبعد عنا بنحو ١١ سنة ضوئية . فقد درس هذا الزوج من النجوم الحاققة بدقة لمدة تزيد عن قرن

واستنتج من حركات أحدهما وجود جسم ثالث وتبلغ كتلة الجسم ١٥ مرة قدر كتلة المشتري أو ٥٠٠٠ مرة قدر الأرض وهو يبدو أصغر من أن يكون نجما ، ولذلك فقد يكون كوكبا كبيرا جدا .

أما العوالم الصغيرة التي في حجم الأرض فمن الواضح أننا لا نستطيع اكتشافها بوساطة الاضطرابات التي يسببها جاذبيتها ولكن اكتشاف قليل من الكواكب الجبارة بهذه الطريقة يعد خطوة هامة الى الأمام دون شك . وعلى الخصوص لأنها تنهى الفكرة القديمة بأنه لا يمكن أن توجد الا مجموعة كوكبية أو مجموعتان في مجرة واحدة ، لأن سيني ٦١ من أقرب جيراننا ، ولا يمكن لو كانت المجموعات الكوكبية ظاهرة نادرة أن يوجد منها اثنان على بعد ١١ سنة ضوئية فقط .

وقد أشرنا عدة مرات الى النجوم المزدوجة ، وقد يحتاج الأمر الى كلمة لايضاح هذا الموضوع ، فشمسنا تجوب الفضاء منفردة فيما عدا كواكبها ، غير أن شموسا عديدة توجد ازدواجا تدور حول بعضها تحت تأثير جاذبيتها المتبادلة . وهناك تشكيلة هائلة من هذه الشركات . فقد يكون النجمان أحيانا من نوع واحد وقد تكون غير متناسبة في الحجم حتى ان تشبيهها بفيل يراقص بعوضة ليس بعيدا عن الحقيقة .

وهناك أيضا مجموعات من ثلاث أو أربع أو خمس أو - ست شموس أو أكثر لها تشكيلات أخاذة من الألوان ولا

سبب يمنع وجود الكواكب حول هذه النجوم المتعددة ،
والواقع أن هناك حججا مقنعة على وجودها • فنحن لا نعرف
كيفية تكون النجوم المزدوجة ولكن هذه العملية كيفما كانت
فإننا نتوقع أن تترك بعض الحطام الذى قد يتكثف ويصبح
كواكب • ومدارات مثل هذه الكواكب معقدة جدا وقد لا تتكرر
فى بعض الحالات مرتين بحيث تصبح فكرة السنة غير ذات
موضوع • ومحاولة وضع أى تقويم لمثل هذه العوالم عملية
شاقة ، ولكن سكان هذه العوالم يتمتعون على سبيل التعويض
بسموات لا نستطيع تصور عظمتها وجلالها •

وقد حاولنا فى اللوحة ١٢ أن نصور شروق الشمس على
كوكب لنجم متعدد ، ويجب أن نؤكد أن هذه الصورة بالرغم
مما يبدو فيها من خيال جامع الا أن جميع الأشكال الميئة بها
موجودة فعلا فيما عدا المنظر على سطح الكوكب الذى يبدو فى
مقدمة الصورة فهو خيالى • ويبرز من وراء الأفق نجم مزدوج
من طراز بيتا ليرى (Beta Lyrae) ويتركب من شمسين
كبيرتين جدا وليستا كرويتين كشمسنا فقد تغير شكلهما الى
شكل بيضاوى بتأثير مجال جاذبيتهما لقربهما الشديد • ويشير
المحور الأعظم لهذا البيضاوى فى اتجاه النجم الآخر • ويصل
بين النجمين جسر من الأيدروجين المتوهج ينتشر من الشمس
الوسطى الى زميلتها الصغرى ثم يكون شكلا حلزونيا يتسع
كمجلة من اللهب القرمزى أكبر من مجموعتنا الشمسية كلها •

ومن المحتمل أن يكون كثير من هذه النجوم المزدوجة محاطا
بمثل هذه الأغلفة الغازية وهو ما يجعل أى كوكب قريب غير
صحي • ولكن هذا النهر من النيران يتشتت على البعد ويفقد
خطورته •

وعلى بعد كبير من النجم المزدوج القريب الذى يبدو فى
مقدمة الصورة يوجد العضوان الآخران فى هذه المجموعة
الرابعة • فالعملاق الأحمر الباهت ويقع أغلب اشعاعه فى
منطقة الأشعة تحت الحمراء وبذلك لا يظهر للعين - يخفى
زميله والأكثر لمعانا • والحسوف هنا جزئى لأن النجم الأبيض
الصغير يرى وهو يلمع خلال الطبقات الخارجية المخلخلة
لزميله العملاق كما تظهر الشمس خلال الضباب •

وقد يعجب البعض لمعرفةنا لهذه الحقائق حيث ان النجوم
جميعا تبدو نقاطا من الضوء لا حجم لها حتى فى أكبر
التلسكوبات • وفى حالة المجموعات المزدوجة نستطيع أن
نكتشف شكل وحجم أفرادها بتحليل التغير فى اللعان عندما
يغطى هذه الأفراد بعضها بعضا بالتبادل ، ويكمل المطياف الذى
تستطيع بوساطته قياس سرعة حركة الأجسام المختلفة ما بقى
من تفاصيل •

وسيكون منظر السماء فى كوكب يقع بالقرب من منتصف
تجمع كروى رائعا كذلك ، وهذا التجمع عبارة عن عدد
كبير جدا من النجوم تتقارب عند المركز بحيث لا تبعد الشمس

المختلفة داخلها الا بمسافة ساعات ضوئية بالقياس الى السنوات الضوئية التى تفصل عادة بين النجوم • ولا يمكن أن يوجد شئ كالليل والظلام على أى عوالم تقع عند قلب أى تجمع كروى فان السماء تكون شعلة متواصلة من الضوء المتعدد الألوان تضيع فيه النجوم الفردية نهائيا • وتكون معلومات سكان تلك العوالم عن الفلك محدودة جدا لأنهم لا يستطيعون مراقبة تكوين الكون خلال الستار النجمى الذى يخفيهم عن الفضاء •

وكما رأينا فى اللوحة ١٢ تختلف النجوم كثيرا فيما بينها من ناحية التركيب الطبيعى كما تختلف فى الحجم واللمعان • وبعض جبابرة النجوم مخلخلة لدرجة أنها تقل كثافة عن جو أرضنا مليون مرة ، وقد أطلق عليها اسم « الفراغ الساخن لدرجة الاحمرار » وعلى النقيض منها توجد نجوم تزيد كثافتها آلاف المرات عن كثافة أى مادة على سطح الأرض • وخير مثال معروف لهذه « الأقزام البيضاء » هو رفيق الشعرى اليمانية وتبلغ كثافته قدر كثافة الرصاص ستة آلاف مرة • فما يملأ علبة ثقاب من مادة هذا النجم يزن طنين - ويجب أن نشير الى أن أحدا لو حصل بطريقة سحرية على ملء علبة ثقاب منها فانه لن تبقى بهذا الحجم جزءا من المليون من الثانية، فهذه الكثافة تنتج عن الحرارة والضغط الهائلين داخل النجم ، فلو أزيل هذان لانفجرت المادة بقوة تفوق قوة القبلة الذرية بمراحل •

وأحيانا ما يحدث شيء من هذا القليل ، فكثيرا ما تشاهد النجوم المتفجرة (الجديدة Novae) • وفى فترات نادرة قد تصبح جرما لامعا بارزا فى السماء • واحداها وهى جديدة تيخو سنة ١٥٧٢ (Tycho's Nova) كانت لامعة لدرجة أنها ظلت ظاهرة فى ضوء النهار الساطع لبضعة أسابيع •

ولا يعرف أحد سبب هذه الانفجارات النجمية الجبارة • وفى حالاتها القصوى قد يتزايد لمعان النجم خلال بضع ساعات مائة مليون مرة حتى ليفوق شمس مجرته مجتمعة فى اللعان لفترة قصيرة • وهذا النوع ويسمى (فائقة الجدة) (Supernova) نادر نسبيا • ولكن النجوم المتفجرة العادية شائعة بل ان هناك نظرية مبهجة تقول بتفجر الشمس جميعا فى مرحلة من مراحل تطورها • وعلى أى حال فالنتيجة واحدة تقريبا بالنسبة لسكان أى كوكب سواء أصبحت شمسهم نجما متفجرا (جديدا) عاديا ، أو نجما متفجرا فوق العادة (فائق الجدة) ، فالفرق فى ذلك لا يتجاوز الفرق بين الانصهار البطيء والتبخر السريع •

وهناك عدد من النجوم (المتغيرات Variables) تتراوح درجة لمعانها فى مدى أقل تواسعا • ويبدو بعض هذه النجوم كما لو كانت تنبض مارة بدورات لمعانها فى دقة كبيرة ، والبعض الآخر يتغير دون أى نظام كالنيران الكبيرة تخمد

أحيانا وترتفع ألسنتها لمدة أيام أو حتى أعوام ثم تعود الى الحمود ثانية •

وهذه التغيرات مدامت ليست أكبر من اللازم لا تنفى احتمال وجود الحياة على أى كوكب لهذه النجوم ، وتكون فصولها معقدة ولكن يمكن التنبؤ بها فى حالة التغيرات المنتظمة ، وعشوائية فى حالة غير المنتظمة •

ومن الممكن دائما أن توجد كواكب تتراوح درجة حرارتها بين ذوبان الجليد وغلجان الماء للنجوم الثابتة اللعان ، وتكون هذه الكواكب قريبة جدا من بعض النجوم الباردة وبعيدة جدا عن الشمس الالامعة ذات اللون الأبيض المزرق • وهذا يعنى أن السنة فى أحدها ان تزيد عن بضعة أيام أرضية بينما تصل فى الأخرى الى بضعة آلاف من أعوامنا •

وتتحرك جميع النجوم بما فى ذلك شمسنا فى الفضاء • وليست هذه الحركة ارتجالية تماما ، فان قرص المجرة يدور حول محوره مكتسحا معه النجوم ، ويتم دورة كاملة فى نحو مائى مليون سنة • ولهذا فقد دارت الشمس منذ تكون أرضنا نحو ١٢ مرة فقط من دورات المجرة •

ويبلغ قطر هذا القرص من النجوم التى تدور ببطء نحو ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية ويبلغ أكبر سمك له نحو خمس هذا الرأى تقريبا • وفى المنطقة التى تقع فيها شمسنا وتقع على نحو ثلثى المسافة الى الحافة ، يبلغ سمك هذه العدسة الهائلة من

النجوم نحسو ١٠٠٠ر٠٠٠ سنة ضوئية وان كانت غير محددة
تحديدا واضحا بالطبع .

ونستطيع حين ننظر فى اتجاهات بعيدة عن مستوى المجرة
ان نرى مسافات شاسعة عبر النجوم المتباعدة الماثورة ، ونرى
بذلك المجموعات النجمية الاخرى . وبعضها يواجهنا تماما
فيبدو كمجلة كبيرة من النجوم ونرى بها تركيبات حلزونية
معقدة لم نعرف لها تفسيرا بعد . والبعض الآخر نراه باتجاه
حافته بينما توجد أخرى نراها منحرفة بزاوية كسديم
أندروميديا فى اللوحة ١١ وفى هذه اللوحة تظهر بعض النجوم
المتناثرة فى المقدمة وهذه شمس قريبة نسبيا من مجموعتنا
المحلية ، ونحن ننظر عبرها خلال الفراغ الشاسع بين المجرة
كما ينظر ساكن المدينة خلال أضواء الشوارع فى ضاحيته الى
أضواء مدينة أخرى تبعد عنها أميالا عديدة .

ومجرة أندروميديا هى أقرب هذه المجرات الأخرى إلينا
وتقع على بعد ٧٠٠ر٠٠٠ سنة ضوئية منا ، ونستطيع أن نرى
مجرات أخرى فى أى اتجاه ننظر اليه (ما عدا تلك التى
تحتجبها سحب من المواد المعتمة) حتى مدى التلسكوب .
وتبدو هذه المجموعات فى نفس حجم مجرتنا تقريبا وأبعادها
عن بعضها تقع فى المتوسط فى حدود مليون سنة ضوئية . وهنا
لا ينطبق القانون الذى كان حتى هذه اللحظة ساريا على بناء
الكون - فقد قلنا أن المسافات بين كل من النجوم والكواكب

كانت تبلغ آلاف المرات أبعاد هذه الأجسام ، ولكن المسافات بين المجرات تبلغ عشرة أضعاف أقطارها فقط •

وأقصى مدى نصل اليه بأكبر التلسكوبات (وهو التلسكوب العاكس فى مرصد جبل بالومار وقطر فتحة ٢٠٠ بوصة) هو ألف مليون سنة ضوئية • وحتى هذا الحد لم يظهر على المجرات أى تباعد أو تجمع لتكون تريبا كيا أعقد • ومن المحتمل أن نكون قد وصلنا الى آخر النظام كله ولكننا لا نملك حىال هذا الموضوع الا التخمين ، وربما نحصل فى عشرات الأعوام القادمة على الكثير من المعلومات الجديدة وقد يتخذ نظام الكون على العموم شكلا أكثر وضوحا ، فقد نكتشف أن الفضاء لا نهائى وأن المجرات تمتد فيه الى الأبد ، وقد نكون قد أثبتنا أن الفضاء منحني ومحدود الحجم بحيث يكون العدد الكلى للمجرات محدودا ، وان كان هائلا ولكن هذه المسائل فى أصل الكون تخرج عن نطاق هذا الكتاب فلنعد اذا الى مجرتنا الخاصة •

فلو فرضنا أن لكل شمس واحدة بين ألف شمس نظاما كوكبيا - وقد يكون هذا التقدير منخفضا جدا - فبلغ عدد المجموعات الشمسية فى مجرتنا فقط مائة مليون • وبين هذا العدد لا نشك فى أن الحياة ستوجد على كثير من العوالم من نوع ما، وسيكون منها الكثير ممن تماثل أحواله الطبيعية أحوال الأرض •

وما دمنا لا نعرف كيف نشأت الحياة على كوكبنا فأنسا لا نستطيع أن نصل الى أى نتائج مجدية عن حقيقة وجودها على عوالم أخرى افترضنا وجودها • ومع ذلك فأهم ما تعلمناه من علم الفلك الحديث هو أن وضعنا فى الكون ليس غريبا أو مميزا بأى شكل من الأشكال • وقد نعتبر أنفسنا - والحق معنا - أسياد الأرض ولكننا لا نستطيع بحال أن نتوقع ألا نجد منافسين لنا فى الفضاء كله - بل وحتى فى ركننا من المجرة •

وتدل الدلائل الجيولوجية على أن الأرض تكونت من ٣٠٠٠ مليون عام • ومن المحتمل أن تكون الكواكب الأخرى قد ولدت فى نفس الوقت تقريبا • ولم يظهر الانسان على الأرض إلا لأقل من جزء من ألف جزء من هذه الفترة مع أن الحياة الانسانية كانت تستطيع أن تزدهر أغلب هذه الفترة من وجهة النظر المناخية لو وجدت • ولكن العقل ، لسبب من الأسباب لم يظهر على مسرح الحياة الا فى الثانية الأخيرة من مسرحية استمرت ساعة •

وفد تكون الحياة قد ظهرت قبل ذلك بكثير فى مكان آخر من الكون وربما فى مجموعتنا الشمسية - فعندما ننظر الى تاريخ الانسانية ونقارنه بأعمار النجوم لا نملك الا الاستنتاج بأن جنسنا من أصغر الأجناس سنا فى الفضاء • ولا نستطيع أن نتأكد من ذلك بالطبع ، ولكنه أمر مرجح الاحتمال • فإذا كنا نؤمن بأن الحياة ظاهرة مميزة للكون وليست مرضا نادرا

أصاب حفة من العوالم التافهة ، فالنتيجة المحتومة لذلك هي وجود بعض الأجناس تكبرنا سنا وتفوقنا تقدما على الأقل .

وسواء كان هذا الفرض صحيحا أو خاطئا فهذه من المسائل الهامة فى الفلسفة ، ولكن أحدا لم يجابه هذه المسألة تقريبا .

وربما كان ذلك لما تنطوى عليه من نتائج هائلة - وربما مهينة .

وفد يكون ذلك لشعورنا بأن النجوم ستبقى الى الأبد بعيدة عن متناول أيدينا ولن يكون لهذا الأمر أهمية عملية .

وكثير من المؤمنين بإمكان السفر بين الكواكب يعتقدون هذا الرأى الأخير ، ومع ذلك فمن العجيب أن نرى كيف يشار موضوع السفر بين النجوم كثيرا حتى بين المهندسين والعلماء البعيدين عن الخيال ، فهو لا يثار بطريقة مباشرة ! فمن النادر أن تسمعهم يقولون « نعم انى أومن أننا سنستطيع فى النهاية أن نصل الى النجوم كما سنصل الى الكواكب » ولكنهم يهبون ثائرين لو حاول أحد أن يثبت استحالة ذلك نهائيا ويقدمون من الحسابات ما يفحم النقاد .

وسنبحث فى الفصل القادم ماذا يعنى السفر الى النجوم .

وللقارىء مطلق الحرية فى أن يعتبر هذا مجرد تمرين عقلى - أو بحثا للامكانيات النهائية مهما كانت تبدو بعيدة الاحتمال .

ولكننا نعتقد أن هذه الامكانيات يجب أن تبحث ولو لمحاولة اكتشاف الحدود النهائية للسفر فى الفضاء .

المصل السابع عشر

الى النجوم

لا يتطلب ارسال سفينة فضاء الى النجوم من الطاقة أكثر بكثير مما تتطلبه الرحلات بين الكواكب لو كان عامل الزمن ليس ذا أهمية • فالصاروخ الذى يترك الأرض بسرعة خمسة عشر ميلا فى الثانية يظل محتفظا بـ ١١ ميلا/الثانية من سرعته بعد أن يفلت من المجموعة الشمسية نهائيا • فاذا صوب فى الاتجاه الصحيح فإنه يصل الى أى نجم من النجوم القريبة (لو أغفلنا مؤقتا أن النجوم ذاتها تتحرك بسرعات عدة أميال فى الثانية) • وتستغرق الرحلة الى بروكسيما سنتاورى وقتا يزيد عن ٧٠٠٠٠ عام بقليل • ومع أن مدنية بلغ بعد نظرها حدا كبيرا قد تعتقد بأنه من المفيد أن تبعث برسائل الى النجوم القريبة على أمل أن تحصل على نوع معين من الرد بعد بضعة مئات الآلاف من السنين ، الا أن هذا ليس ما نعيه عندما نتكلم عن السفر الى النجوم ••

ومن الواضح أننا سنحتاج الى سرعات كبيرة تقرب من سرعة

الضوء اذا أردنا الوصول الى أقرب النجوم في مدى حياة الانسان • وكما ذكرنا فهناك عشر مجموعات شمسية في مدى عشر سنين ضوئية من الشمس فاذا كانت لدينا طاقة غير محدودة فلا يوجد نظريا ما يمنع من الوصول الى هذه السرعات ، وهي اليوم بعيدة عن أيدينا كما كانت سرعات الصواريخ الحالية بعيدة عن تناول بناء أول محركات بخارية • فسرعة الضوء هي ٦٧٠.٠٠٠.٠٠٠ ميل/الساعة وقد رأينا مدى صعوبة الحصول على سرعة ٢٥.٠٠٠ ميل/الساعة المتواضعة اللازمة للسفر بين الكواكب • ومن الواضح أننا نحتاج طريقة جديدة للاندفاع مقرونة بمصدر للطاقة أقوى من أى شيء يتراعى لنا في الوقت الحاضر بكثير قبل أن يدخل السفر بين النجوم في مجال الدرس الجدى •

وليس محتملا أن يظل الصاروخ دائما سيد الفضاء دون منازع ، فان عيوبه كثيرة وبادية للعيان ، فاذا ظهرت لملاحى الفضاء أى وسيلة أفضل منه فسيعلقون بها في فرح • ومع هذا فقد تلعب بعض الأنواع من الاندفاع الصاروخي دورا في نقل الانسان الى النجوم ، فبعد الصاروخ الكيميائي والذري ستأتى الصواريخ الكهربائية أو الأيونية ، وهي جهاز نستطيع أن نتبين خطوطه العريضة من الآن • فمن الممكن باستعمال المجالات الكهربائية والمغناطيسية المناسبة اكتساب الجزيئات المشحونة (الأيونات) سرعات قريبة من سرعة الضوء ، وقد

يعمل إشعاع من هذه الأيونات كنفائة للمباروخ. وينتج بذلك الدفع. - وهناك بالفعل تجربة معروفة تجرى في المعمل لظهار هذا المبدأ. • والدفع الناتج عن التيارات والقدرات العادية ضئيل نأفه، ولكن لا توجد أسباب أساسية تمنع من تطوير وتنمية هذا الجهاز لاستخدامه في الإندفاع - وخاصة في الظروف السائدة في الفضاء. •

ولا بد أن يكون لدينا مصدر على الكفاءة للطاقة النووية لكي نحصل على سرعات عالية. حقاً، فالأنواع التي توجد لدينا من هذه المصادر تكون عديمة النفع في هذه الحالة. • فالأمر يحتاج إلى وسيلة لإطلاق نسبة عالية من الطاقة الموجودة في المادة (وليس ذلك الجزء من مائة الذي نستطيع تحريره منها حتى الآن) ثم نقل هذه الطاقة بخبائثر تافهة إلى الإشعاع الأيوني. • ولا نعرف أي طريقة للقيام بذلك، ولكنه لا يتضمن أي استحالة كإمته. • وفي الحالة القصوى يكون لدينا صاروخ يتكون عادمه من الضوء كلية « بانارة » الوقود تماماً أي بتحويله الكامل إلى طاقة. • وفي الظروف المعتادة يكون دفع الضوء ضئيلاً جداً. ومع ذلك فحتى المصباح الكهربائي الصغير يعطي دفعة بالغة الصغير ولا يمكن قياسها عندما نحرك مفتاحه. •

أما السرعة التي سيتحرك بها الصاروخ نفسه فتوقف على كمية الوقود التي يحملها وإن كانت القوانين التي تنطبق في هذه الحالة أكثر تعقيداً مما وضحنا في الفصل الثالث طبقاً

لنظرية النسبية • وعندما ندخل أثر النسبية في حسابنا نجد أن صاروخاتكون ٩٠٪ من كتلته من الوقودالذى يتحول بأكمله إلى اشعاع قد وصل عند نفاد وقوده إلى سرعة تساوى ٩٨٪ من سرعة الضوء أو حوالى ستمائة مليون ميل فى الساعة • وبهذه السرعة يصل إلى أقرب النجوم فى أربع سنين وثلاثة أرباع السنة • وقد بدأنا الآن نتكلم عن سرعات كبيرة لدرجة أن فترة التسارع (التى كنا نهملها فى حالة الطيران بين الكواكب) يجب أن تدخل فى اعتبارنا الآن • ويزيد هذا من زمن الرحلة بعامل كبير وفى الرحلات القصيرة بين النجوم قد نحتاج لهذه التقصير (أو التسارع العكسى) قبل أن نصل إلى سرعة الضوء بكثير •

ومن المعروف أن أشياء غريبة تبدأ فى الحدوث عند السرعات القريبة من سرعة الضوء وقد أشار إليها أينشتين (Einstein) • عندما وضع النظرية الخاصة للنسبية • وقد أثبتتها التجارب العلمية فى بعض الحالات من ذلك الوقت • والتأثيرات التى تهمننا هنا تتعلق بكتلة سفينة الفضاء والمقياس الزمنى لركابها • وتزداد كتلة الجسم بازدياد سرعته ولا يمكن قياس هذا التأثير لفضالته فى السرعات المنخفضة ويظل مهملاً فى سرعات تبلغ عدة آلاف من الأميال فى الثانية ولكنه يصبح بالغ الأهمية إذا اقتربنا من سرعة الضوء وعند سرعة الضوء ذاتها تصبح كتلة الجسم لا نهائية • وهذه بالطبع ليست إلا طريقة أخرى

للقول بأن سرعة الضوء لا يمكن الوصول إليها فعلا وإن كنا نستطيع الإقتراب منها كما نشاء • ومثلها في ذلك مثل درجة الصفر المطلق في الحرارة •

وبالإضافة إلى زيادة الكتلة فهناك أيضا ما يسمى بامتداد الوقت فإذا استطعنا مقارنة الدقيقة على سفينة الفضاء بدقيقة على الأرض فإنها تبدو أطول • وهذا التأثير أيضا ضئيل على السرعات العادية • ولكنه يصبح هائلا عندما نقرب من سرعة الضوء • وعلى هذه السرعة النهائية نفسها يبدو أن الزمن قد توقف حقيقة •

ومن هذا نرى أن تأثير النسبية هذا يعمل في الاتجاه الصحيح فيما يختص بالمسافرين إلى النجوم فهو يقلل من زمن الرحلة من وجهة نظرهم • ولكن يجب أن ندرك أن هذا الانكماش في الزمن لا يصبح ذا بال إلا على سرعات تزيد عن نصف سرعة الضوء : أي أكثر من ٣٠٠ مليون ميل في الساعة •

ولنأخذ مثالا فليا كحالة سفينة الفضاء التي ذكرناها والتي تصل إلى سرعة تساوي ٩٨٪ من سرعة الضوء بتحويل ٩٠٪ من كتلتها إلى إشعاع • ولنقرض أن هذه السفينة تركت الأرض بشارع قدرة جاذبيتان واحتفظت بهذا التسارع حتى الوصول إلى سرعتها النهائية • فلا تزيد فترة التسارع من وجهة نظر الطاقم عن سنة أو قليلا • ولكنها تكون قد استمرت في

ولما كان السفر في الفضاء لمدة عشرات من السنين تجربة شاقة حتى بالنسبة لأكثر ملاحى الفضاء تحمسا فلا يسعنا الا أن نتساءل عما اذا كانت العلوم الطيبة قد تسارع بانقاذنا بنوع من أنواع الايقاف المؤقت للحياة • وهذا احتمال نظرى آخر ما يزال خارج نطاق امكانيات الوقت الحاضر • فاذا أصبح ذلك مسكنا فانه سيزيد من مدى السفر في الفضاء الى ما لا نهاية تقريبا - هذا على فرض أن هناك مسافرين يقبلون الرجوع الى الأرض بعد مضي أجيال من رحيلهم عندما يكون كل معارفهم قد ماتوا والمجتمع نفسه قد تغير وجهه تماما •

وقد اقترح برنال في كتابه الذى ذكرناه من قبل أن تستخدم عوالم صناعية متحركة تحمل شعوبا كاملة فى رحلات قد تستمر قرونا بين الكواكب • ومن هذه الجهة نكون نحن مسافرين بين النجوم بوجودنا على هذا الكوكب ، وان كانت رحلتنا اجبارية لانعرف لها مقصدا ولا نقطة بداية • ويمكن لمثل هذه الكويكبات الموجهة أن تسير بجزء ضئيل من سرعة الضوء ولن يكون بها انكماش محسوس للزمن • ويعود أحفاد المسافرين الذين بدأوا الرحلة للجيل الخامس أو العاشر الى الأرض بعد رحلة الى النجوم القريبة • ومع ذلك فمن العسير أن نرى كيف نستطيع اكتشاف جزء كبير من الكون بهذه الطريقة حيث ان الرحلة من أحد أطراف المجرة الى الطرف الآخر ستستغرق ملايين السنين •

وحتى لو سلمنا بوجود المصدر اللازم للطاقة فقد تشاءل عما
إذا كانت هذه السرعات الهائلة ممكنة التحقيق ماديا بالزعم من
وجود الغاز بين النجمي الذي ذكرناه في الفصل التاسع والمواء
النيزكية الصلبة في الفضاء؟ وبالنسبة للأخيرة ثبت الحسابات
أن خطرهما يمكن اغفاله كما لا يبدو أن الأيدروجينيين بين
النجمي سيكون خطيرا الا على سرعات تقرب جدا من سرعة
الضوء ، وقد نحتاج عندئذ لاستعمال طريقة للوقاية . . .

ولن يغير التحليل السابق كثيرا اكتشاف أنواع أخرى من
طرق الاندفاع . وقد تتمكن في يوم من الأيام بعد أن نكون
قد فهمنا شيئا عن طبيعة الجاذبية وتكوين الفضاء أن نتج واجدا
من طرق « دفع الفضاء » المحبوبة لدى كتاب القصص العلمي ،
ولهذا الدفع لمعرفة من لا يعرف الكثير عن الجرافات المعاصرة
مزية عظيمة ، وهي أن القوى التي ينتجها تعمل بانتظام على
كل ذرة داخل سفينة الفضاء ، وبذلك يمكن استخدام أى
تسارع دون أحداث أى ضغط على الركاب ، فجنى لو كان
تسارع السفينة ألف جاذبية فسيستمر الركاب بالشعور بعدم
الوزن .

وليس هذا الرأي سخيفا في حد ذاته ، والواقع أن هذا
هو ما يحدثه أى مجال للجاذبية فإذا كان المرء يسقط نحو
المشتري سقوطا حرا خارج جو الكوكب بقليل فإنه يتسارع
بمقدار جاذبتين ونصف ولكنه يكون عديم الوزن تماما .

ولنأخذ مثلاً أقسى من هذا وهو النجم القزم الشعري اليمانية
بالبالغ الكثافة وتبلغ قوة جاذبيته عند السطح قدر جاذبية
الأرض عشرين ألف مرة ويتسارع الساقط في هذا المجال
بأكبر من تسارع القذيفة حين تطلق من المدفع ولكنه لا يحس
بأى ضغط على الإطلاق .

فإذا تمكنا من توليد ما يكافئ مجالاً للجاذبية نستطيع أن
نتحكم فيه في يوم من الأيام فسنكون قد حصلنا بالتأكيد على
دفع فعال لسفن الفضاء لو قرن بمصدر مناسب من الطاقة فقد
يمكننا من الوصول إلى سرعات قريبة من سرعة الضوء بعد
فترات قصيرة من التسارع ومع ذلك فلن يمكننا من تخطي
الحدود التي تقيدها نظرية النسبية . ويبدو حسبما أثبتت
التجارب أنه لا يمكن لأي جسم مادي أن يسير بسرعة تزيد
عن سرعة الضوء بأي حال من الأحوال . وهذا الحاجز أساسي ،
ويختلف تماماً في طبيعته عما يسمى « بحاجز الصوت » وهو
الذي كان عقبة كأداء في سبيل الطيران السريع في وقت من
الأوقات . ولم يكن أحد يشك في إمكان الطيران بسرعة أكبر
من سرعة الصوت لو أعطينا الطاقة اللازمة ، ولم تكن المشكلة
الأمثلة الحصول على تلك الطاقة وهذه حلت في النهاية كأي
مشكلة فنية أخرى . ولكن تحليل كل المادة الموجودة في
الفضاء لن يوفر الطاقة الكافية لتسيير سفينة الفضاء بسرعة
الضوء .

ومما تقدم ، يبدو أنه سيكون ممكناً أن نرسل حملات الى
النجوم القريبة تعود خلال عشر سنوات أو عشرين سنة - وان
كان الزمن المنصرم بالنسبة للمسافرين أنفسهم سيكون أقل من
ذلك . . . وسيتم هذا حين تصل فنون السفر في الفضاء الى
الحدود التي تملئها قوانين الطبيعة . ويجب أن نفترض أننا
سنبلغ هذه الحدود في النهاية حتى وان كنا اليوم بعيدين عنها
بعدا شاسعاً .

واذا أردنا أن نتصور استكشافاً طويلاً للمدى للكون ، فيجب
أن نفترض القيام برحلات تستمر قروناً عديدة أو حتى ملايين
السنين ، ولا تكون هذه الرحلات ممكنة الا اذا قبلت أجيال
كاملة هذا النفي الاختياري في الفضاء . وقد لا تكون في ذلك
صعوبة كبيرة وخاصة اذا ما ذكرنا أن كويكباً متحركاً سيكون
أكبر كثيراً ويحتوى الكثير من التسهيلات المختلفة حتى يمكن
مقارنته بمدينة كائناً ، تلك الدولة التي عاش على رقعتها
الصغيرة عدد كبير من الرجال حياة مفيدة مثمرة .

ومما يجدر أن نذكره أن نظرتنا الحالية الى السفر بين
النجوم تتوقف على طول حياة الانسان . وليس هناك ما يجعلنا
نفترض أنها ستظل دائماً أقل من قرن ، وقد يكون الفضل في وصولنا
الى النجوم راجعاً الى الطب كلما لعلم الطبيعة ، فكلما زاد عمر
الانسان كلما كبر حجم الفضاء الذي يصبح قابلاً للاستكشاف .
وقبل أن نختم هذا الفصل يجب أن نبحث سؤاليين يشاران
دائماً عند بحث السفر بين النجوم وأولهما هو هل نستطيع أن

بتأكد. تملأنا من أن أهدا لن يتخطى سرعة الضوء فى يوم من الأيام ؟ وهذا بالرغم من ملاحظتنا القاطعة السابقة) نظرية النسبية لا تعدو أن تكون نظرية كآى نظرية أخرى فهل يمكن أن تعدل يوما كما عدلت هى نظرية نيوتن للجاذبية التى ظلت دون أن تمس قرونا ، حتى اعتبرت صحيحة تماما .

وأى محاولة للإجابة على هذا السؤال تقودنا الى أعماق الفلسفة وتعرض لبحث التركيب الأساسى للفضاء وللزمن . ونشك فى أن أى شخص يستطيع اليوم أن يساهم برأى ذى قيمة فى هذه المناقشة ويجب أن نترك الحكم فيها الى المستقبل . ولا نستطيع فى الوقت الحاضر الا أن نقول ان السرعات التى تزيد على سرعة الضوء تنتمى الى تلك الأرض الحرام الغامضة التى تقع فيها الآراء المشكوك فى صحتها كالبعد الرابع ، والتليانى ، تجارب الدكتور راين المقلقة فيما وراء الطبيعة . والسؤال الثانى تاريخى وليس طبيعيا : اذا كان السفر فى الفضاء ممكنا واذا كان فى الكون أجناس ذكية أخرى فلماذا لم تأت الى الأرض أبدا ؟

وفى اللوحة ١١ ب نجد الإجابة على هذا السؤال . فالحقول المتراصة من النجوم المينة فى الصورة لا تغطى الا جزءا صغيرا من المجرة . ويفصل بين كل نجم وبين جيرانه من النجوم سنون ضوئية عديدة ويستغرق السفر من أحد أطراف الصورة الى الطرف الآخر قرونا عديدة حتى بسرعة الضوء ،

بينما قد يشغل فحص كل نجم وكل نظام كوكبي أساطيل من سفن الفضاء لفترة آلاف من السنين • وعلى هذا فمن الواضح أنه حتى مع وجود مدنيات متقدمة كثيرة متشورة في مجرتنا إلا أننا لا نستطيع أن نتظر زيارة مجموعتنا الشمسية إلا في فترات متباعدة جدا •

ولن يتأثر هذا الوضع كثيرا لو لم تكن سرعة الضوء عاملا محددا فقد يستطيع الرجل أن يقطع طول الشاطئ مشيا في بضع دقائق ولكن كم من الوقت يستغرقه لفحص كل حبة من رماله ؟ ومن يعلم ، فقد توجد الآن أساطيل من السفن تسمع الكون وترسم له خرائط ثم أخرى ! وحتى إذا أخذنا أكثر الفروض تفاؤلا فيكون من المستبعد أن يزور أحد الأرض في بضعة آلاف السنين من التاريخ المسجل (هذا علنا بأن الأرض تقع في المنطقة غير المأهولة على حدود المجرة) •

ومن الناحية الأخرى يستطيع أى شخص مستعد لانفاق عمره في قراءة الصحف القديمة أن يجمع كمية ضخمة من « الأدلة » على حضور زوار من خارج الأرض • وقد قام المرحوم تشارلس فورت (Charles Fort) بهذا العمل واستطاع أن يجمع سجلا يمتد من التين الطائر الذى ينفث النار في الصين القديمة الى الاطباق الطائرة فى الوقت الحاضر • وحيث أننا لا نستطيع أن نثبت أن هذه الأشباح لم تأت من الفضلاء الخارجى ، فخير موقف نتخذه حيالها هو الشك دون تزمت •

ومن المحتمل ألا تكون هناك مدنيات متقدمة فنيا في المجموعة الشمسية في الوقت الحاضر والاتوقنا بحضور الزائرين ، ولكن من يدري ماذا يحدث في ملايين السنين التي تسبقنا ؟ فبعد تكون الحياة قد حلت ثم رحلت ثم حلت ثانية على جيراننا بينما كان التطور هنا يسير في ببطء نحو الانسان !

وقد تكون السفن الغريبة قد نزلت فعلا في سماء الأرض ميزات لا يمكن حصرها في العصور الجيولوجية القديمة ثم رجلت بعد أن سجلت وجود بحار يعلوها البخار وحيوانات بدائية برمائية تزحف على الشواطئ ، أو فيما بعد ذلك بكثير الزواحف الجبارة • وقد تكون بعض هذه السفن قد جاءت من الكواكب الأخرى للشمس ، ولكن أغلبها كانت غريبة عن مجموعتنا الشمسية على الأرجح تسافر من نجم إلى نجم طلبا للمعركة ، وقد تعود ثانية في يوم من الأيام •

وفي ملايين السنين القادمة ستأتي النجوم إلينا حتما إذا لم تتمكن من الوصول إليها وحدنا • فالعزلة ليست سياسة عملية سواء في المستوى الدولي أو الكوني ، ونحن نحب أن نعتقد أن البشرية ستلعب دورا ايجابيا وليس دورا سلبيا في أول اتصال لنا بالكون الخارجي عندما يجيء هذا الاتصال ، وأن نكون نحن هم المكتشفين ولسنا بالمستكشفين •

الفصل الثامن عشر

الوسائل والغايات

أما وقد طفنا بأرجاء الكون ، ولو بالخيال فقط فلنعد الآن الى الأرض لعمل الحساب الختامى لموقف علم السفر فى الفضاء اليوم . وقد كان بحثنا حتى الآن خاصا بالمسائل العلمية الخالصة .. وقد حان الوقت لأن ننظر فى الأمر نظرة أكثر اتساعا .

وان كان غزو الفضاء لا بد وأن يعتبر الآن فوق مستوى الشكوك ، وانها حقيقة ذات مغزى أن العلماء المبرزين فى حقل الاندفاع الصاروخى كانوا دون استثناء تقريبا من أنصار الطيران فى الفضاء المتحمسين . وينطبق هذا على البروفوسير هرمان أوبرت مؤسس علم الصواريخ فى أوروبا ، وعلى الدكتور يوجين زنجير الذى كان يرأس مؤسسة أبحاث الصواريخ الخاصة بالقوات الجوية الألمانية فى تراون (Traun) وهو أحد كبار الخبراء العاملين فى أمور الطيران الأسرع من الصوت كما ينطبق على البروفوسير فيرنر براون

(Wernher Von Braun Peenemen)

المدير الفنى لليموندة حيث ولد الصاروخ ف ٢)

أما ما يعلنه أحيانا بعض الخبراء فى حقول أخرى من العلم حتى الآن عن استحالة الطيران فى الفضاء برغم هذه الشبهات ، فليس إلا أمثلة مذهلة للادعاء والفروز العلمى •

وبالطبع ما زال المجال فسيحا لمدى واسع من الآراء فيما يختص بالتفاصيل - ونود أن نؤكد مرة أخرى أن كثيرا من الآراء التى بسطناها فى هذا الكتاب يجب أن تعتبر حلولا ممكنة وليست حلولا محتمة لمشاكل السفر فى الفضاء • فإذا لم تطبق هذه الحلول فسيكون هذا للعثور على حلول أفضل فى ذلك الوقت •

ولا ينكر أكثر الناس تحمسا لغزو الفضاء أنه سيكون عملا عظيم المشقة ، بالغ الخطورة ، باهظ التكاليف ، ومع ذلك فيجب ألا نبالغ فى هذه الصعوبات ، فإن للمد الصاعد من المعلومات الفنية طريقته فى طمس العقبات حتى انى ما يكون من المستحيلات فى جيل يصبح أوليا فى الجيل التالى • وللمرة الثانية نلجأ الى تاريخ الطيران لنستخلص منه عبرة ومثالا • فلو كان الأخوان رايت قد جلسا وتدبرا فيما يلزم لإدارة نظام عالمى للنقل الجوى لهاتهما جملة المستلزمات برغم أنها لم تكن تتضمن المساعدات اللاسلكية والرادارية التى لم يحلم بها أحد منذ خمسين عاما - ومع ذلك فهذه المستلزمات جميعا والصناعات الواسعة الجديدة وجيوش من الفنيين الذين يقومون بها قد أصبحت جزءا أساسيا من حياتنا رغم أننا لا نكاد نجس بوجودها •

ولا شك أن التصميم والاقدام والمهارة التي صنعت عالمنا الحديث كقيلة بانجاز كل ما جاء في هذا الكتاب ، فضلا عن الكثير مما لا يستطيع أحد أن يتخيله اليوم . فلا حدود لما يستطيع الجنس البشرى أن يفعله لو أعطى دافعا قويا . والتاريخ مليء بالأمثلة ، من الأهرام الى مشروعات القنبلة الذرية لأعمال كانت صعوبتها من العظم بحيث لم يعتقد بإمكان تحقيقها سوى القليل .

والعامل الأساسي بالطبع هو الحافز . فالأهرام بنيت بقوة الدين ، وتمت القنبلة الذرية تحت ضغط الحرب . فماذا سيكون الحافز الذي سيدفع الانسان الى الفضاء ويرسله الى عوالم يتعارض أغلبها مع الحياة الانسانية في غنف وشدة ؟

ومن الممكن كما رأينا أن نعدد الكثير من الأسباب وكلها ممتاز وعملى ، لغزو الفضاء . وقد أضاف الى أهمية بعضها اطلاق الطاقة الذرية فموارد كوكبنا الطبيعية محدودة ، وستدفعنا الحاجة ان آجلا أو عاجلا الى السفر الى الكواكب الأخرى . وقد لا يصبح الحصول على اليورانيوم من القمر أسهل من الحصول عليه من الأرض - لو أخذنا مثلا واضحا - الا بعد وقت طويل جدا ولكن ذلك الوقت لا بد وأن يحين فى يوم من الأيام .

وقد اقترح بعضهم أن ضغط السكان المتزايد سيؤدى الى غزو الكواكب . وقد يحمل هذا الرأى بعض المعنى لو كان

استعمار بعض الكواكب الأخرى بحالتها الراهنة ممكنا ، وقد رأينا أن العكس هو الصحيح • ولهذا فمن الواضح أننا لو كنا نطلب «المجال الحيوى» فحسب ، فسيكون أبسط وأجدى لفترة طويلة قادمة ، أن نستغل المناطق المتخلفة فى هذه الأرض • فتحويل القطب الجنوبى الى جنة أبسط كثيرا من انشاء مستعمرات كبيرة لها اكتفاؤها الذاتى على عوالم كالمرينج أو جانيמיד أو تيتان (Ganymede or Titan) • ولكن الحياة ستبعث فى الأماكن القاحلة من عالمنا فى يوم من الأيام • وسيكون لعلم السفر فى الفضاء اليد الطولى فى ذلك العمل حين يتم عن طريق محطات الطقس المدارية ، وربما عن طريق التحكم المباشر فى المناخ بوساطة « مرايا الفضاء » • وعندما يحدث ذلك - بل وقبل أن يحدث - سيكون الانسان قد أخذ يتطلع فى نهم الى الكواكب ، وسيكون استغلالها على نطاق واسع قد بدأ •

وليس المهم أساسا أن يسكن فى باقى المجموعة الشمسية عشرة ملايين أو عشرة آلاف مليون ، فان هناك من البشر أكثر من اللازم على هذا الكوكب بالفعل بأى مقياس نحكم به • فلو استطعنا اعاشة عشرة أضعاف سكان العالم على بضعة كواكب أخرى بعد عدة قرون من التقدم الفنى فلن يكون هذا مدعاة لفخر كبير •

فالحجم والعدد لا تؤثر إلا على ذوى العقول الصغيرة •
وستقع أهمية استعمار الكواكب فى ما تحققه من تباين وتنوع
فى الثقافات - تلك الثقافات التى ستختلف فى بعض النواحي
كما تختلف ثقافة الانكيمو وسكان جزر المحيط الهادى •
وستشارك هذه الثقافات جميعا فى كونها ستبنى على أساس
من التكنولوجيا المتقدمة جدا • ومع ذلك فحتى لو كانت
المستعمرة على بلوتو تشبه المستعمرة على عطارد تماما من
الداخل إلا أن اختلاف المحيط الخارجى سيؤثر حتما على
عقول السكان ونظرتهم • وسيكون شيئا أخذا أن نرى أثر
ذلك على الشخصية والفكر الانسانى وعلى قدرة الانسان على
الخلق الفنى •

وهذه المعنويات هى أعظم ما يتضمن السفر فى الفضاء •
وقد أصبح بمرور الزمن أكثر أهمية من الفوائد المادية البحتة
بكثير • مع عظم هذه الأخيرة • وقد ثبت صحة ذلك بالنسبة
للكثير من الانتصارات العلمية فى الماضى • كفلك كوبرنيك
ونظرية التطور لدارون وعلم النفس لفرويد • فقد فاق
تأثيرها على الفكر البشرى نتائجها العلمية المباشرة كثيرا •

ويمكننا أن نتوقع نفس الشيء من السفر فى الفضاء فقد
يصحب امتداد الآفاق الفكرية للعالم واحدة من أكبر انطلاقات
النشاط الخلاق • والشبه بين هذا وبين عصر النهضة بازدهار
فنونه وعلومه ليدعو للتأمل • وقد كتب العالم الأثروبولوجى

ج . د . أنوين (G.D.Unwin) يقول : لم يظهر في تاريخ
الإنسان أى استعراض للطاقة الانتاجية الا وسبقه استعراض
نظري للطاقة التوسعية . ومع أننا يجب أن نميز بين هذين
النوعين من الطاقة الا انهما كلتا في الماضي شيئاً موحداً بمعنى
أن الواحدة كانت تنتج عن الأخرى . ويستطرد أنوين
فيقتبس كلمة السير جيمس فريزر : ان التقدم العقلي الذى
يظهر في نمو الفنون والعلوم يتلقى دفعا هائلا من الفـزـو
والتوسع . والسفر بين الكوكب هو النوع الوحيد من (الفتح
والتوسع) الآن الذى لا يتعارض مع المدنية . وبدونه سيركد
العقل البشرى في النهاية لاضطراره الى الدوران باستمرار في
وعاء الأسماك الذهبية الضيق الذى يمثله كوكبنا .

وكثيرا ما قيل ان البشرية لن تجد متفسا دائما لغرائزها
العدوانية والاستكشافية الا في الطيران في الفضاء وقد تكرر
هذا القول وأصبح معادا - ولكنه صحيح بالرغم من ذلك .
وليست الرغبة في رؤية الكواكب الا امتدادا للرغبة في رؤية
ما يختفى وراء النل المقابل أو كما قال الشاعر : -

« فيما وراء ذلك الجبل الأخير ، الأزرق الذى تغطيه الثلوج
عبر ذلك البحر الغاضب . أو المتألى . »

وربما يأتى يوم من الأيام يفقد فيه الإنسان اهتمامه بالمجهول
وشغفه بجلاء الأسرار الغامضة . ولكننا نشعر أن الإنسان حين
يفقد حبه للاستطلاع يفقد معه الكثير مما يجعله إنسانا . وتبين
لنا التقاليد الأدبية المطويلة لقصة السفر في الفضاء مدى تأصل

هذه الفكرة في طبيعة الانسان • وحتى لو لم يوجد سبب «علمي»
سليم واحد للذهاب الى الكواكب فانه سيرغب في الذهاب اليها
على أى حال •

وسيتحدث حلول السفر في الفضاء - كما رأينا - توسعا
في المعرفة العلمية قد لا يدانيه أى توسع في التاريخ وهناك
الآن كثير من الناس يعتقدون اننا نعرف فعلا أكثر من اللازم عن
الكون الذى نعيش فيه • كما أن هناك آخرين (بينهم أغلب
العلماء تقريبا) يحتفظون بوجهة النظر المحايدة بأن المعرفة
ليست حسنة ولا سيئة وأن هذه الأوصاف لا تنطبق الا على
استخداماتها •

يند أن المعرفة شيء مرغوب بالتأكيد ، وهى بهذا المعنى
حسنة : ولا يمكن أن يكون شيئا الا المعرفة الناقصة أو الجهل ،
وأشوأ الجميع أن يجهل الانسان جهله ولعلنا جميعا نعرف ذلك
الطراز من العقلية الضيقة المحدودة التى لا تهتم بشيء خارج
نطاق مدينة صاحبها أو قريته وتبنى جميع أحكامها على أساس
هذه المقاييس الاقليمية • وقد بدأنا فى الانتقال ببطء - ربما
كان أكثر من اللازم من هذه العقلية الى العقلية العالمية • ولن
يعجل بهذا الانتقال من الأشياء قدر غزو الفضاء الا القليل ومن
الصعب أن نرى كيف تستطيع بعض الأنواع المتطرفة من الوطنية
أن تستمر فى الوجود بعد أن يرى الناس الأرض فى وضعها
الحقيقى : كرة صغيرة وحيدة بين النجوم •

ومن المحتمل أن تتسابق القوى العظمى إلى امتلاك مناطق ،
بقدر ما تستطيع سفنها أن ترتاد حالما يتم عبور الفضاء • وقد
اقترح بعض الكتاب الأمريكيين - وهم جادون في ذلك ، أن
الولايات المتحدة يجب أن تحتل القمر حماية لنفسها ، لكي
تدفع استخدامه كقاعدة لاطلاق الصواريخ الذرية •

وهذه الحجة (التي تعكس بأمانة جنون عصرنا السياسي)
لا تحتل البحث الجدى لحسن الحظ • فان مشكلة التمويل
- وهي من الصعوبة بمكان في الأعمال الحربية على الأرض -
تصبح من الضخامة بحيث تلغى أى مميزات استراتيجية قد
يملكها القمر فاذا أراد زيد من الناس أن يرسل قنبلة ذرية من
النقطة أ إلى النقطة ب وكلتاها على سطح الأرض ، فان نقلها
إلى القمر أولا ليس وسيلة مجدية لذلك وبالإضافة إلى ذلك
فالقذيفة التي تطلق من القمر يسهل اكتشافها عن قذيفة تطلق
من الجانب الآخر للأرض • والتابع الذي يدرر على ارتفاع
بضعة آلاف الأميال من الأرض يملك جميع المميزات الحربية
للقمر دون أى واحد من عيوبه • كما أن تحديد موقعه يكون
بالغ الصعوبة لو كان مطليا بطلاء يمتص الضوء والرادار •

ومن المهازل المحزنة في عصرنا أن الصاروخ الذي كان يمكن
أن يكون رمز تطلع الانسان إلى النجوم أصبح من الأسلحة
التي تهدد بتدمير المدنية • وقد أوجد هذا الحال مشكلة معنوية
عويصة لمن يرغبون في القيام بدور نشيط في تقدم علم السفر

فى الفضاء ، وجميع الأبحاث التى تجرى على الصواريخ الآن تقوم بها مؤسسات عسكرية فى درجات مختلفة من السرية . فالمشاكل الفنية التى تدخل فى تصميم قذيفة موجهة بعيدة المدى تنطبق تماما على ما يقابلنا عند بناء صواريخ استطلاعية كالمذكورة فى الفصل الرابع . وهكذا فقد أصبح الفصل بين الاستخدامات الحربية والسلمية للصاروخ عملا تزيد صعوبة على توليد الطاقة الذرية دون قنابل ذرية .

ولست هذه المشكلة بالذات قاصرة على أبحاث الصواريخ بالطبع ، فممكننا أن نلقاها اليوم فى جميع حقول النشاط العلمى - حتى الطب . فان القدرة على الشفاء هى فى نفس الوقت القدرة على القتل . ولكنها أكثر حدة بلا شك بالنسبة لمهندس الصواريخ عنها بالنسبة لأى شخص آخر الا عالم الطبيعة النووية ربما وهو لا يملك الا أن يأمل فى أن نتائج عمله ستنتشر فى النهاية وتستخدم للأغراض السلمية . هذا لو كان يفكر جديا فى هذه الأمور (والعاملون فى العلم يشبهون معظم الناس فى قدرتهم على تجاهل الحقائق المزعجة)

وقد سبق أن حدث هذا بالنسبة للرادار الذى كان منذ عشرة أعوام فقط سرا حربيا هاما ولكنه اليوم يستخدم فى جميع أنحاء العالم لتوفير الأمان فى البحر والجو . حقيقة أن الصاروخ ليست له استعمالات مدنية مباشرة كالرادار ، وفى الوقت الحاضر فليس للصاروخ الا استعمالات غير حربيين وهما استكشاف

طبقات الجو العليا ، ومساعدة الطائرات فى الاقلاع أما
الاستعمالات النهائية الثورية للصاروخ فهى مرتبطة بالسفر فى
الفضاء ، وما زالت بذلك فى المستقبل البعيد .

ولا شك فى أن الكثير من العلماء والمهندسين الذين لا يهتمون
بالصاروخ الا كوسيلة لعبور الفضاء قد ارتبطوا بالأبحاث
العسكرية الحالية لأنهم لم يستطيعوا أن يجدوا التعضيد اللازم
بأى وسيلة أخرى . ويجدر بنا أن نقبس بعض الكلمات التى
كتبها البرفسور فون براون بمناسبة انتخابه زميلا فخريا للجمعية
البريطانية للسفر بين الكواكب : « أليس عارا أن أناسا لهم نفس
المبادئ التى أوحى بها النجوم اضطروا للوقوف على الجانبين
المتقابلين من الجدار . دعونا نأمل أن هذه كانت آخر مذبحه
جماعية وأن الصواريخ ستستخدم منذ الآن فى غرضها النهائى
فقط : الطيران فى الفضاء » . وقد أبدى الدكتور زنجر آراء
مماثلة فى مناسبة انتخابه فقال : « لو أن الغالبية العظمى من بنى
الانسان أو أن كبار منظمى المجتمع الانسانى كانوا مقتنعين تماما
ومتحمسين لعلم السفر فى الفضاء ، لأمكن للمهندسين والعلماء
أن يوجهوا أبحاثهم مباشرة الى مشاكل السفر فى الفضاء .
ولكن هذا ليس صحيحا لسوء الحظ . . . ولذلك فانى أعتقد
أن مهمة عالم الفضاء أن يحول العقلية الانسانية ببطء الى هدفنا
بخطوات من الحقائق الواقعة . . فقليلا ما يقتنع الانسان بالأسباب
الجيدة ولكنه يقتنع أكثر بالحقائق الجيدة » .

وفي الحالة الحاضرة يبدو الأمل في أى تعضيد واسع النطاق لأبحاث الصواريخ للسفر في الفضاء فقط دون تداخلات عسكرية حلما بعيد التحقيق ولكن شيئا من هذا قد يتم في المستقبل • وحينما تستقر الأحوال السياسية ، اذا حدث هذا ، ويستأنف التعاون الدولي في المستوى العلمى فقد تستطيع جمعيات السفر في الفضاء التى تتخذ في كثير من أنحاء العالم أن تقوم بمجهوداتها المشتركة بدور العامل المساعد للوصول الى هذه الحالة المرجوة • وهذه واحدة من الخطط البعيدة المدى التى تكمن وراء المؤتمرات الدولية المختلفة للسفر في الفضاء التى عقد أولها في باريس في خريف سنة ١٩٥٠ •

ويجب أن نوضح أن أى جمعية لا تستطيع في حد ذاتها أن تقوم بأبحاث فعالة في الصواريخ على نطاق واسع فتكاليف برنامج لتطوير صاروخ كبير يبلغ ملايين عديدة من الجنيهات سنويا : وحتى نموذج واحد لقذيفة متوسطة الحجم تستخدم الوقود السائل قد يكلف عدة آلاف من الجنيهات • وعلى هذا فليس عمل جمعيات السفر في الفضاء هو محاولة البحث والانشاء بأنفسها - فيما عدا بعض المشاكل الفرعية التى يمكن بحثها دون ميزانية كبيرة • ولن تبنى جمعيات السفر في الفضاء سفنا للفضاء كما أن جمعيات الطيران لا تبنى طائرات • ولكنها ستكون جمعيات الاختصاصيين - أو الهيئات المهنية للعلماء والمهندسين الذين يقومون بأعمال في هذا الحقل •

وعندما يحين الوقت لبناء سفن الفضاء الأولى فستكون جمعيات السفر بين الكواكب رأس حربة فى الهجوم ، ولكن أعضاءها سيعملون غالبا تحت امرة الحكومات - حتى ولو كانوا هم الذين قد أقموا حكوماتهم باصدار تلك الأوامر فى المحل الأول !

وقد قيل أحيانا ان العقبات الرئيسية فى طريق السفر بين الكواكب ليست عقبات فنية ولكنها سياسية واقتصادية . فهناك دائما مقاومة للتغيير ورغبة فى الاحتفاظ بالوضع الراهن . وكثيرا ما قوبل أنصار السفر فى الفضاء بهذه الملاحظة : لماذا الذهاب الى القمر ؟ وأى عيب فى هذه الأرض ؟ ، ولما كانت العبارة الأخيرة نادرا ما تقابلنا هذه الأيام فقد حل محلها السؤال « لماذا لا نكرس كل جهدنا لتطوير عالمنا قبل أن نذهب الى غيره من العوالم ؟ »

وقد قدمنا الكثير من الاجابات لهذا السؤال وأشرنا الى أن كثيرا من النتائج غير المباشرة للسفر فى الفضاء ستساعد على تحسين عالمنا - وربما كان ذلك بطرق لا نستطيع التنبؤ بها كما لم يتنبأ أحد بأن حقول البترول والمزارع الأمريكية ستساعد أوروبا .

ولكن هناك اجابة واحدة أساسية لهذا السؤال ، ولا يملك المرء الا أن يعتقد بأن السائلين قد أغفلوا حقائق الطبيعة البشرية . والمرء ليتساءل أحيانا عما اذا كانوا سيسألون فيدياس حين بدأ عمله فى زخارف معبد البارثينون لماذا لا يقوم بعمل

أجدى كاعادة بناء أحياء أثينا القذرة • ولو أن الفنان احتفظ
بهديء أعصابه لأجابهم في الغالب بأنه يقوم بالعمل الوحيد الذي
يمجبه • والأمر كذلك في النهاية بالنسبة لمن يريدون عبور
الفضاء •

وهناك من الناس من يبدو أن لديهم اعتراضات نفسية محددة
على السفر في الفضاء • وكثير من هذه الاعتراضات مبنى على
أساس دينى وليس في الواقع الا شكلا جديدا للمشغور القديم
بأن هناك بطريقة غامضة أشياء لم يقصد أن يقوم بها الانسان
• ولا نعرف طريقة أفضل لتحطيم هذه الخرافة من أن نذكر
قصة السيدة العجوز التي قالت ان الطائرات من عمل الشيطان
بلا شك لأن الناس يجب أن يسافروا بالقطارات كما قصد الله ،
ونحن نشك أن البعض الآخر يخشى أن يؤدي عبور الفضاء
ومقابلة أجناس ذكية من غير البشر - الى تحطيم أساس ايمانهم
الدينى • وقد يكون هذا صحيحا ولكن موقفهم هذا لا يحتمل
البحث المنطقى على أى حال - فان ايماننا لا يستطيع أن يعيش
بعد اضطدامه بالحقيقة لا يستحق الكثير من الحزن لفقده •

وربما كان احتمال مقابلة أنواع أخرى من الذكاء هو أكثر
الإحتمالات التي خلقها السفر في الفضاء تشويقا فهل يوجد
الانسان وحيدا في الكون ؟ ولا شك أن هذه واحدة من المسائل
الرئيسية في الفلسفة • ومن الصعب أن نتصور من لا يهتم
بمعرفة جوابها • ولا يمكن أن نحصل على هذا الجواب الا عن
طريق السفر في الفضاء •

وقد رأينا أنه لا يوجد الا احتمال ضئيل فى مقابلة الذكاء فى
أى مكان آخر من المجموعة الشمسية • ولهذا فقد ينتظر هذا
الاتصال حتى تتمكن من الوصول الى النجوم • وقد يحدث
هذا بعد أجيال وأجيال ولكنه سيأتى ان عاجلا أو آجلا •
وقد ظهرت فى الكتب الأدبية صور عديدة لهذه المقابلات
الخطيرة • وقد اتخذ معظم كتاب القصص العلمى من هذه
المقابلات ذريعة لكتابة قصص من الصراع والعنف لا تختلف
فى شىء عن الوصحات التى تملطخ صفحات تاريخنا • فأظهروا
بذلك قصورهم المميز فى الخيال ، كما دل موقفهم على سوء
التفهم التام للعوامل التى تدخل فى هذا الموضوع • •
فقد سبق أن أشرنا الى أن مدينتنا لابد وأن تكون من أصغر
المدن فى الكون سنا • وقد يساعد على تأكيد هذه النقطة ذكر
تشبيه للسير جيمس جينز (Sir James Jeans) قال فيه :
لو أخذنا بنسبنا ووضعنا فوقه طابعا للبريد ثم وضعناهما معا فوق
مسلة كليوباترة (١) فان ارتفاع المسلة يمثل عمر العالم ويمثل
ارتفاع قطعة النقود فترة وجود الانسان فيه ، ويمثل سمك طابع
البريد الفترة التى كان الانسان فيها على درجة بسيطة من
الحضارة • وأما الفترة التى يستظل الحياة ممكنة خلالها على
الأرض فهى تقابل عمودا اضافيا من الطوابع يصل ارتفاعه
بالتأكيد الى مئات اليااردات ، وقد يصل الى الميل •

(١) وهى المسلة الموجودة بلندن وارتفاعها ٧٠ قدما

فاذا تأملنا هذه الصورة لرأينا أن احتمال قيام حرب بين الكواكب احتمال ضئيل جدا . فان أى أجناس تقابلها ستكون بالتأكيد اما أرقى من البشر أو أقل منا درجة وسنكون من النوع الأول غالبا . ولن نلتقى بجنس على مستوى فنى يقرب من مستوانا بالدرجة الكافية بحيث يمكن للحرب أن توجد الا اذا تمكنا من اصابة ذلك الطابع الأول الواحد فى عمود الطوايع الذى يرتفع ميلا - بل والصحيح أننا يجب أن نصيب كسرا ضئيلا من سمك ذلك الطابع . فاذا حدث أن خرجت سففنا من الأرض لفتح عوالم أخرى فانها قد تجد نفسها فى نهاية رحلتها فى نفس موقف زوارق الهنود الحمر الحربية المطلية بالألوان الزاهية ، وهى تتقدم ببطء داخل ميناء نيويورك .

وما الذى يحدث لو قابلنا أجناسا متقدمة علميا ولكنها شريرة - أى ذلك النوع من المجرمين التقليديين فى القصص التى أطلق عليها « أوبرا الفضاء » ؟ أفلا يكون السفر فى الفضاء فى هذه الحالة قد فتح صندوق باندورا الذى يمكن أن يتسبب فى فناء البشرية ؟

أن هذا يبدو بعيد الاحتمال ، وان كنا لا نستطيع نفيه نهائيا . فليس محتملا أن تتقدم أى مدنية فى الجبهة الفنية الصناعية فقط لأكثر من بضعة قرون دفعة واحدة . ولا يمكن أن تتأخر الأخلاقيات والآداب وراء العلم والا ولد النظام الاجتماعى سموما تؤدي بالتأكيد إلى تحطيمه (كما أظهر

تاريخنا القريب) • ولابد أن يصحب العلم الأرقى من علم
البشر تعاطفا وتسامحا كبيرين • وعندما نقابل أقراننا بين النجوم
فلن نخشى شيئا الا نقائصنا •

وما أقل ما نقف لنفكر فى عظم هذه التقائص فان انطباعاتنا
عن الحقيقة تتحدد بدرجة أكبر كثيرا مما نتصور بالحواس التى
تصل خلالها بالعالم الخارجى ، وكم كانت فلسفاتنا ستختلف لو
أن الطبيعة بخلت علينا كما فعلت مع كائنات أخرى وأعطينا
عيونا لا ترى النجوم ! ومع ذلك فما أضيق حدود العين التى
تمتلكها ، والنس لا ترى الا نطاقا ضيقا من طيف الاشعاعات !
فالعالم الذى نعيش فيه غارق فى الاشعاعات التى لا نراها من
الموجات اللاسلكية التى تأتى من الشمس والنجوم والنس لم
نكتشفها الا نوا ، الى الأشعة الكونية التى لا يزال مصدرها
من الغوامض الرئيسية فى علم الطبيعة الحديث • هذه الأشياء
جميعا لم نكتشفها الا فى الجيل الأخير • ولا نستطيع أن نتكهن
بما يقع خارج حدود حواسنا حتى الآن - وان كانت الكشوف
الحديثة فى الباراسيكولوجية تشير الى أن البحث قد يكون فى
أول البداية •

وسيكون لدى أجناس العوالم الأخرى حواس وفلسفات
تختلف تماما عما لدينا • وقد جاء فى تشبيه أفلاطون الشهير:
اننا أسرى داخل كهف نجمع انطباعاتنا عن العالم الخارجى من
الظلال التى تقع على الحائط • وقد لا نتكهن أبدا من الهرب

لنصل الى الحقيقة الخارجية ، ولكننا قد نأمل يوما فى الاتصال
بالأسرى الآخرين فى الكهوف المجاورة حيث قد نتعلم أكثر
مما نستطيع أن نحصله بمجهوداتنا الفردية .

ومع ذلك فلن يقضى السفر فى الفضاء على غموض الكون
كما يخشى البعض وعلى العكس من ذلك فقد يزيد من ذلك
الغموض . وبالرغم من أن مشاكل معينة قد تحل ، وشكوكا
كثيرة سنعرف خبرها اليقين الا أن مساحة اتصالنا بالمجهول
ستزداد زيادة هائلة ، وقد كان الحال دائما هكذا فى البحث
العلمي . فلا يجب أن تنسى أنه بالرغم من كل علمنا فنحن نعيش
فى عالم أكثر إثارة للدهشة والعجب بل وأكثر غموضا من
عالم أسلافنا . ولن ننتهى من عجائب الكون قبل أن نستكشف
الكون كله . وهذا الاحتمال بعيد بعدا شاسعا على أقل تقدير ،
ان ثم يكن مسحيلا نظريا ونحن نكاد نبدأ رحلة استكشافية
قد لا تكون لها نهاية .

وقد نعلم فى مكان ما عن تلك الرحلة الغرض الذى نقوم
به الحياة فى الكون المادى ان وجد هذا الغرض : فمن المؤكد
أننا لن نكتشفه أبدا على الأرض فقط . فالدراسة الصحيحة
للإنسان ليست هى الإنسان فقط ، ولكنها العقل .
وقد انتهى بذلك استعراضنا . وقد ذهبنا فيه الى أبعد ما نستطيع
فى هذه اللحظة من الزمان فى محاولة تقدير وقع السفر فى
الفضاء على شئون الإنسان . وللخيال أن ينطلق بعد ذلك حيثما
يشاء دون أن تحده الا قوانين المنطق .

وأنا لم أنس أن أحفادنا بعد خمسين سنة من الآن قد يكونون
قوما متوحشين معدمين يتعلقون بواحة خضبية وسط قفر من
الاشعاعات الذرية ، بدلا من اعداد الخطط لغزو الكواكب .
وينجب ألا تنقص من قدر مشاكلنا اليوم فهي ذات أهمية حيوية
بالغة فقد تدد المستقبل قبل أن يولد . فاذا نجونا من هذه
المشاكل ، فانها ستدخل في صفحات التاريخ ، وسيأتي وقت
لا نذكرها فيه أكثر مما نذكر أسباب الحرب البونيقية (الحرب
بين روما وقرطاجنه) . وسيفعل عبور الفضاء أو حتى الشعور
بأفراجه في السنين التي تسبق مجيئه الشيء الكثير لتحويل عقول
البشر الى الخارج بعيدا عن نزاعاتهم القبلية الحالية . وقد يكون
الصاروخ بهذا المعنى صمام الأمن اللازم للاحتفاظ بالمدينة
بدلا من أن يكون وسيلة تدميرها . ولا يلزم لذلك أن يتم
السفر في الفضاء ، فلو صار هناك أيمان عام بذلك السفر فإن
هذا سيلون نظرة الانسان النفسية .

ونحن اليوم نعيش في نقطة التحول بين عصرين فوراذا الماضي
الذي لا نستطيع أن نعود اليه حتى لو أردنا ، وتفصل بيننا وبين
الأجيال المائمية تلك اللحظة التي انفجرت فيها حرارة عدة
شموس فوق صحراء نيومكسيكو ذات ليلة (انفجار القبلة
الذرية الأولى) ، نفس الصحراء التي كتب لها أن تردد بعد
أعوام قليلة هدير أول الصواريخ المتسلقة نحو الفضاء .
وتستطيع الطاقة التي أطلقت في ذلك اليوم أن نحملنا الى النجوم

أو أن ترسلنا لنلحق بالزواحف الجبارة وباقي تجارب الطبيعة
الفاشلة •

ان الخيار في ذلك لنا • وان المرء ليدفع الكثير ليعرف قرار
المؤرخ في سنة ٣٠٠٠ ميلادية - التي تبعد عنا كما تبعد نحن
عن الحروب الصليبية - على عصرنا ، عندما ينظر اليها عبر صفحات
الزمان • دعونا نأمل أن هذا سيكون قراره : -

« كان القرن العشرون دون شك أهم مائة عام في تاريخ
البشرية ، فقد افتتح بغزو الهواء ، وقبل أن ينصرم نصفه قدم
الى المدنية أعظم تحدٍ لقدرتها ، ألا وهو التحكم في الطاقة
الذرية • غير أن هذه الأحداث التي غيرت وجه العالم سرعان
ما حجبها ما هو أعظم منها • ان قصة البشرية قبل القرن
العشرين تبدو لنا الآن بعد ألف سنة كمقدمة لدراما عظيمة
تمثل على حافة المسرح قبل أن يرفع الستار وتظهر المناظر •
لقد كان ذلك المسرح الضيق المزدحم : الأرض - هو الخليقة
كلها بالنسبة لأجيال عديدة من البشر وكانوا هم الممثلين
الوحيدين • غير أن الستار بدأ في الارتفاع ببطء قرب نهاية
ذلك القرن العجيب ، وعرف الانسان أخيرا أن الأرض ليست
الا واحدة من عوالم كثيرة ، وأن الشمس واحدة من نجوم
كثيرة • وقد انتهى ظهور الصاروخ مليون سنة من العزلة ،
وبهبوط أول سفينة للفضاء على المريخ والزهرة ، انتهت طفولة
جنسنا ، وبدأ التاريخ كما نعرفه الآن ••••• »

ملحق رقم (١)

السنة الدولية لعلوم الطبيعة الأرضية

(السنة الجيوفيزيائية الدولية)

في عام ١٨٧٥ وجه كارل وايرخت (Wayprecht) قبطان إحدى السفن النمساوية أثر عودته من رحلة إلى المناطق القطبية الشمالية - أقول وجه أنظار العالم في اجتماع عقد بأكاديمية العلوم في فيينا إلى أن مفتاح كثير من أسرار الطبيعة التي مازال الإنسان عاجزاً عن حلها منذ زمن بعيد كالغناطيسية الأرضية والتيارات الكهربائية الأرضية والأرصاد الجوية يتوجد بالقرب من المناطق القطبية وقد دنا وايرخت في هذا الاجتماع الدول المتقدمة علمياً إلى التعاون وإلى تنسيق جهودها في استجلاء ما خفى من أسرار هذه العلوم .

وقد آمن وايرخت بهذه الرسالة وأخذ يدعو إلى تنفيذها حتى نجح في اجتذاب اهتمام الجمعية الملكية للأرصاد الجوية باترخت (Utrecht) عام ١٨٧٧ واهتمام المؤتمر الدولي للأرصاد الجوية في اجتماعه الذي عقد في مدينة روما عام

١٨٧٩

وقد رسم وايرخت طريقة العمل المثمر في هذا السيل بأن

تقوم الهيئات والدول بإرسال بعثات منظمة في وقت واحد ومزودة بأجهزة متجانسة لعمل أرصاد في المنطقة القطبية تدوم سنة كاملة لاستكمال النقص الواضح في المعلومات عن الأرصاد الجوية والمغناطيسية الأرضية .

ونجحت هذه الدعوة نجاحا كبيرا في الأوساط العلمية الدولية وتعاونت إحدى عشرة دولة في تجهيز اثني عشرة بعثة إلى القطب الشمالي واثنين للقطب الجنوبي تولت القيام بعمليات الرصد طبقا لبرنامج وضع لهذا الغرض وذلك خلال الفترة من أول أغسطس عام ١٨٨٢ إلى نهاية أغسطس عام ١٨٨٣ وأطلق عليها اسم السنة الدولية القطبية الأولى . وكانت نتائج أعمال هذه السنة أساسا للأبحاث والدراسات التي استمرت نحو نصف قرن .

ونظرا للنجاح الباهر الذي حققته هذه السنة وخلال الأعمال التحضيرية لإقامة الذكرى الخمسين لها تقرر إقامة سنة قطبية ثانية من أول أغسطس عام ١٩٣٢ إلى نهاية أغسطس عام ١٩٣٣ لاتفاق ذلك التاريخ مع الحد الأدنى للنشاط الشمسي وقد ازداد التعاون الدولي في هذه السنة إذ اشتركت بها أربع وأربعون دولة جهزت العديد من البعثات وأنشأت الكثير من محطات الأرصاد . وقد اشتمل برنامج هذه السنة القطبية على :

١ - ارصاد جوية سطحية وارصاد طبقات الجو العليا بوساطة
البالونات وأرصاد الكهرباء الجوية وطبقات الأيونوسفير .
٢ - رصد وتسجيل المركبات الثلاثة لشدة المجال المغناطيسى
الأرضى وتعيين التغيرات السريعة فى هذه المركبات
ومعدل تغيرها مع الزمن .

٣ - ارصاد الوهج القطبى .

وقد تقدمت مصلحة الارصاد المصرية فى عام ١٩٤٧ الى
مؤتمر الأرصاد الجوية فى وشنجن باقتراح لاقامة سنة دولية
استوائية لما للمناطق الاستوائية من أهمية فى دراسة تحركات
الكتل الهوائية وما يتبعها من تغيرات جوية . وبالرغم من عدم
الموافقة على الاقتراح المصرى فقد تحولت السنة القطبية الدولية
الثالثة الى سنة دولية جيوفيزيكية يشمل نشاطها كل سطح
الكرة الأرضية وقد كان من المقرر اقامتها سنة ١٩٨٢ - ١٩٨٣
ولكن التقدم العلمى السريع دعا أحد العلماء الى اقتراح بعقدها
فى سنة ١٩٥٨ - ١٩٥٩ للاسراع فى عمل الابحاث ولأن
هذه السنة توافق نشاط الشمس الدورى الذى يحدث مرة كل
١١ عاما . ووافقت الاتحادات العلمية الدولية على الاقتراح فى
أكتوبر سنة ١٩٥٢ وتقرر تشكيل لجنة أطلق عليها ' —
اللجنة الخاصة للسنة الدولية الجيوفيزيكية (CSAGI) لدراسة
وتنسيق البرامج وتنسيق العمل وروعى فى تشكيلها أن تمثل
جميع الهيئات العلمية المشتركة فى هذا العمل . وكان رئيس
هذه اللجنة العالم البريطانى سيدنى تشابمان (Sydney Chapman)

وقد قامت بدعوة الدول الى تأليف لجان قومية لتمثيلها
ولتنفيذ الأبحاث والأغراض المطلوبة . وفي سنة ١٩٥٥
تقرر تشكيل مجلس دولي يضم ممثلي اللجان القومية
أطلق عليه اسم المجلس الاستشاري للسنة الدولية للعلوم
الطبيعية الأرضية (CSAGI) وذلك لمساعدة اللجنة الخاصة في
تنفيذ البرنامج .

وضمت اللجنة الخاصة (CSAGI) في أول اجتماع لها في
بروكسل ١٩٥٣ الخطوط الرئيسية للموضوعات المختلفة
وشكلت ثلاث عشرة شعبة عامة وهي :

- ١ - الأيام العالمية .
- ٢ - الأرصاد الجوية .
- ٣ - المغناطيسية الأرضية .
- ٤ - الوهج القطبي .
- ٥ - الأيونوسفير .
- ٦ - خطوط الطول والعرض .
- ٧ - الثلجيات .
- ٨ - طبيعة المحيطات .
- ٩ - الصواريخ والأقمار الصناعية .
- ١٠ - الزلازل .
- ١١ - الجاذبية الأرضية .
- ١٢ - النشاط الشمسي .
- ١٣ - الأشعة الكونية .

وكان من أهم قرارات اللجنة في هذا الاجتماع دعوة الاتحاد السوفيتي للاشتراك في أعمال هذه السنة الدولية وذلك عندما لاحظ المجتمعون أن الاتحاد السوفيتي ليس عضوا في المجلس الدولي للاتحادات العلمية .

وأثناء دورة اجتماع اللجنة الخاصة الثانية في روما سنة ١٩٥٤ وضعت المسودة الأولى لمشروع السنة الدولية الجيوفيزيكية وحددت مناطق تحتاج الى مزيد من العناية في دراستها وهي :

- ١ - منطقة القطبين الشمالي والجنوبي .

- ٢ - المنطقة المدارية .

- ٣ - المنطقة الواقعة بين خطي طول ٥٧٠ ، ٥٨٠ غربا .

- ٤ - المنطقة الواقعة بين خطي طول ٥١٠ ، ٥١٤٠ شرقا .

وقد أعلن الاتحاد السوفيتي في ختام هذه الدورة عزمه على الاشتراك في تنفيذ برامج السنة الدولية الجيوفيزيكية .

وفي الاجتماع الثالث للجنة في بروكسل سنة ١٩٥٥ أعلنت الولايات المتحدة عن عزمها على اطلاق الأقمار الصناعية خلال السنة الدولية لقياس العناصر الجوية على الارتفاعات العالية .

وفي دورة الاجتماع الرابعة في برشلونة سنة ١٩٥٦ أعلن الاتحاد السوفيتي عن عزمه على اطلاق أقمار صناعية خلال السنة الجيوفيزيكية وعلى أن التعاون سيكون وثيقا بين الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة في شئون الأقمار الصناعية .

وكان اجتماع برشلونة من أهم الاجتماعات اذ حضره مندوبو خمسين دولة وبحث موضوع تجميع نتائج الرصد

الضخمة التى ستجرى خلال السنة الدولية وأقر انشاء مراكز عالمية لهذا الغرض حتى تكون هذه المعلومات فى متناول الهيئات العلمية ورجال البحث .

وقد صدر قرار مجلس الوزراء فى مصر فى ٢٠ مايو سنة ١٩٥٣ بقيام لجنة قومية مصرية لعلوم الطبيعة الأرضية ومقاييس الأرض وقد شكلت اللجنة عشر شعب لدراسة الموضوعات المختلفة طبقا للبرنامج الدولى ما عدا الموضوعات التى لا تنطبق على منطقتنا كالتلجيات . وتقرر أن يتولى تنفيذ أعمال السنة الدولية قسم الطبيعة بكلية العلوم جامعة القاهرة ومعهد الأرصاد الفلكية بحلوان ومصلحة الأرصاد الجوية .

وفى ما يلى نبذة مختصرة عن نواحي البحث فى المواضيع المختلفة التى أجريت فى أثناء السنة الدولية الجيوفيزيائية .

١ - الأرصاد الجوية :

الغرض الرئيسى للبرنامج الذى وضع لها هو الحصول على أرصاد للعناصر الجوية المختلفة وعلى الأخص فى طبقات الجو العليا وأهم المسائل التى تقرر التخصص فى دراستها هى : -

(١) اعادة توزيع كمية الحركة والقيمة المطلقة للدوامية (Absolute Vorticity) وجميع صور الطاقة فى الغلاف الجوى على مقياس كبير .

(ب) تأثير التضاريس الأرضية والاحتكاك على توازن كمية الحركة للهواء والطاقة والحركة الدوامية والمسائل الخاصة بتبادل كمية الحركة بين الغلاف الجوى من جهة والمحيطات وسطح الأرض من جهة أخرى .

(ج) الحركة الهوائية في خطوط العرض الدنيا وتفاعل
الدورة العامة للرياح بين نصفى الكرة الشمالى والجنوبى وبين
المناطق المدارية وفوق المدارية .

(د) توزيع الأوزون وبخار الماء فى الاتجاهين الأفقى
والرأسى وخاصة فى الارتفاعات العالية وتوزيع مناطق الهطول
وعلاقتها بتوزيعات الضغوط الجوية عموما .

(هـ) الاتزان الاشعاعى للغلاف الجوى وعلاقته بالدورة العامة
للرياح .

٢ - المغناطيسية الأرضية :

أما برنامج المغناطيسية الأرضية فيشمل دراسة الموضوعات
التالية :

(١) الوصف الظاهرى (Morphology) للاضطرابات
المغناطيسية كدالة للزمن والمكان .

(ب) التغيرات اليومية للمركبات الثلاث للمجال المغناطيسى
للأرض بالقرب من خطى الاستواء المغناطيسى والجغرافى .
(ج) التيارات الكهربائية الشديدة فى الأيونوسفير .

٣ - الوهج القطبى :

ويهدف البرنامج الموضوع لأرصاد الوهج القطبى الى
وضع احصائيات تبين مكان ظهور الوهج القطبى ووقت حدوثه
وخصائصه من حيث الشكل واللون والشدة والتوزيع الطبقي
فى أكثر عدد ممكن من محطات الرصد واستخدام هذه
الاحصائيات لمعرفة العلاقة بين سميات الوهج القطبى

والظواهر الشمسية والمغناطيسية وحالات الأيونوسفير وكذلك
الأشعة الكونية .

٤ - الأيونوسفير :

شغل هذا البرنامج مكانا بارزا فى برنامج السنة
الجيوفيزيكية وقد اشتمل على عمل حسابات رأسية لتحديد
تركيب هذه الطبقة وذلك لزيادة معرفتنا بالتركيب المعقد
لهذه الطبقة المتأينة والتغيرات التى تطرأ عليها ومدى
ارتباط هذه التغيرات بالفترات ذات النشاط الشمسى
الشديد وكذلك ارتباط هذه التغيرات بالاضطرابات
المغناطيسية .

٥ - خطوط الطول والعرض :

يهدف هذا البرنامج الى تعيين الاحداثيات الفلكية للمرصد
المشاركة فى تنفيذه بدقة عالية كما يهدف الى تعيين التغيرات فى
هذه الاحداثيات التى يمكن على ضوءها تحسين تعيين الزمن ،
وتعيين التغيرات الطيفية فى سرعة دوران الأرض حول
محورها وتحسين أطالس النجوم .

٦ - طبيعة المحيطات :

ويهدف هذا البرنامج الى :

- (أ) دراسة ومعرفة مصدر ذبذبات سطوح البحار ذات
الأزمنة الدورية الطويلة وانتشارها .
- (ب) قياس درجات حرارة الماء الى أعماق تصل الى ٢٠٠
متر تحت سطح البحر .

(د) دراسة التبادل الحرارى بين سطح الماء والكتل الهوائية
الملاسة له .

(هـ) دراسة تحركات الخط الفاصل بين المياه القطبية ومياه
المنطقة المعتدلة وكذلك دراسة ارتفاع درجة حرارة المنطقة
القطبية .

ومن المناطق الهامة التى وصلنا اليها فى هذا العلم نتيجة
للسنة الجيوفيزيكية اكتشاف وجود تيار جبار يقارن بتيار الخليج
فى الحجم والابعاد تحت سطح الماء فى المحيط الهادى اذ يبلغ
طوله ٣٥٠٠ ميل وعرضه ٢٥٠ ميل ويتراوح عمقه بين ١٠٠
و ٨٠٠ قدم تحت السطح وهو يتجه شرقا بسرعة ٢٥ ميلا فى
الساعة .

٧ - الزلازل :

لا يتعدى البرنامج الخاص بالزلازل القيام بالأعمال الروتينية
التي تقوم بها المراصد المعروفة فى هذه الناحية مع زيادة
الاهتمام بقياس الهزيزات الأرضية (Microseisms) على نطاق
واسع .

٨ - الجاذبية الأرضية :

بالرغم من أن عجلة الجاذبية الأرضية ثابتة بالنسبة للمكان
الواحد الا أن اللجنة الخاصة رأت أن تتجهز الدول هذه
الفرصة للقيام بعمل قياسات آنية للعجلة الجاذبية (ج) أى
خاصة فى المناطق القطبية وذلك لعدم وجود قيم معروفة
للجاذبية الأرضية بها .

٩ - النشاط الشمسى :

ارتبط تحديد موعد السنة الدولية بازدياد النشاط الشمسى لذلك شمل البرنامج الخاص بالنشاط الشمسى الأبواب التالية :

- (أ) رصد وتسجيل البقع الشمسية •
- (ب) تعيين المجال المغناطيسى للبقع الشمسية •
- (ج) رصد وتسجيل التاجج الشمسى •
- (د) دراسة الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس •
- (هـ) رصد الاكليل الشمسى •

١٠ - الأشعة الكونية :

الهدف الرئيسى لهذا البرنامج هو محاولة ايجاد العلاقة بين الأشعة الكونية ومختلف نواحي علوم الطبيعة الأرضية عموما وطبيعة الشمس على الأخص ويتظر أن تؤدى النتائج التى تم الحصول عليها لوضع نظريات طبيعية سليمة للنظام الكهرو مغناطيسى للأرض والشمس والفراغ بين الكواكب •

١١ - القذائف الصاروخية والأقمار الصناعية :

يعتبر هذا البرنامج من أهم أجزاء برنامج السنة الجيوفيزيقية الدولية وهو يتطلب مستوى عاليا من الناحية العلمية والفنية للتغلب على المشاكل المعقدة التى سبقت اعداد واطلاق هذه القذائف والأقمار ، ذلك بالإضافة الى التكاليف الباهظة التى وقعت على كاهل الدول التى اشتركت فى تنفيذ هذا البرنامج • وما كانت تلك الدول لتكبد كل هذه النفقات والعناء لولا

عظم فائدة الأرصاد التي حصل عليها العالم عن طريق القذائف والأقمار لمعرفة خصائص العناصر الطبيعية التي لا تزال مجهولة كدرجة الحرارة والكثافة وضغط الهواء الجوي في الطبقات العليا بالإضافة الى شدة الأشعة فوق البنفسجية والأشعة الكونية قبل تأثيرها نتيجة لمرورها خلال الغلاف الجوي . زيادة على ذلك تقوم هذه الصواريخ والأقمار بجمع معلومات هامة عن كمية الأوزون والمجال المغناطيسي للأرض في مناطق الوهج القطبي واتجاه الرياح وتكوين الغلاف الجوي على الارتفاعات الشاهقة كذلك عن طبيعة الجزيئات المتأينة في طبقات الأيونوسفير .

وقد اشتركت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي والمملكة المتحدة وفرنسا واسنرالبا واليابان في برنامج القذائف الصاروخية ، أما الأقمار الصناعية فقد قام بإطلاقها الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة .

وقد انتهت السنة الدولية الجيوفيزيكية بنهاية سنة ١٩٥٨ وكان نجاحها عظيما اذ اشتركت فيها ٦٧ دولة من كل لون وجنس ودين ونظام متعاونين تعاوننا تاما برغم الخلافات السياسية . وقد تقرر جمع المعلومات وتبادلها في ثلاثة مراكز أحدها في الولايات المتحدة والآخر في الاتحاد السوفيتي والثالث في أوروبا الغربية . كما أنشئت مجلة لنشر المعلومات والأبحاث الخاصة بالسنة الجيوفيزيكية صدر منها عشرة أعداد

وستوزع على المكتبات الرئيسية في جميع البلدان المشتركة فيها
وقد تقرر أيضا الاستمرار في عمل خرائط مغناطيسية جديدة
للأرض كما ظهرت بعض نتائج البعثات القطبية ثبت فيها أن
المنطقة القطبية الجنوبية أبرد كثيرا من المنطقة الشمالية وقد
بلغت المصاريف الرئيسية للسنة الجيوفيزيكية الدولية ١٦٠ ألف
دولار اشترك في تحملها الاتحادات العلمية الدولية وهيئة
اليونيسكو والدول المشتركة في المشروع هذا بخلاف النفقات
الباهظة التي تحملتها الدول الكبرى لاطلاق الصواريخ
والأقمار .

ملحق رقم ٢

الأقمار الصناعية

فى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ وقع أخطر حدث فى تاريخ العلوم ألا وهو اطلاق القمر الصناعى الروسى الأول الذى أطلق عليه اسم سبوتنك ١ (Sputnik I) واعتبر بذلك مقدمة لغزو الانسان للفضاء • وتحققت أول خطوة فى سبيل تحقيق أحلام العلماء الذين تنبأوا بهذا الحدث الهام • وقد رأينا فى هذا الكتاب ما يمكن لهذه الأقمار أن تحققه لنا من مكاسب علمية لا يمكن تحقيقها بأية وسيلة أخرى إذ أن القذائف الصاروخية وإن كانت تصل منذ زمن الى طبقات الجو العليا إلا أنها لا تظل على هذه الارتفاعات سوى زمن يسير لا يمكنها من التقاط معلومات ذات قيمة ، بعكس الأقمار الصناعية التى تظل على ارتفاعها لمدة شهور أو سنين وتغطى سطح الكرة الأرضية جميعا لو اختير ميل مدارها على محور الأرض الاختيار المناسب •

وفيما يلى ملخص لما نشر عن هذه الأقمار :

الأقمار الروسية :

أعلن الاتحاد السوفيتى فى اجتماع اللجنة الخاصة للسنة الدولية للطبيعة الأرضية فى برشلونة عام ١٩٥٦ عن عزمه على اطلاق أقمار صناعية أثناء هذه السنة بالتعاون مع برامج هذه السنة • وقد نفذ الاتحاد السوفيتى وعده باطلاق القمر الصناعى

الأول سبوتنك ١ فى ٤/١٠/١٩٥٧ وقد كان اطلاقه بعد أقل من شهر من حلول الذكرى المئوية لميلاد العالم الروسى الكبير كونستنتاين تسيولكوفسكى (Konstantin Ziolkowsky) وتقع فى ١٧/٩/١٩٥٧ وهو أول من بحث موضوع السفر فى الفضاء واستخدام الصواريخ لهذا الغرض .

القمر السوفيتى الأول (Sputnik 1)

هو أول قمر صناعى أطلق من الأرض الى الفضاء الخارجى وقد أطلق فى الرابع من أكتوبر سنة ١٩٥٧ وقد أكسبه الصاروخ الحامل الذى كان مثبتا فى مقدمته تحت غلافه الواقى سرعه ٨٠٠٠ متر فى الثانية (أى حوالى ١٨٠٠٠ ميل/الساعة) . . . وعند انتهاء فترة الاطلاق ووقوف محركات المرحلة الأخيرة أطلق الغلاف الواقى بعيدا وانفصل القمر عن الصاروخ وبدأ فى الدوران المستقل .

مدار القمر : أطلق هذا القمر فى مدار بيضاوى تقع الأرض فى أحد بؤرتيه وهو يميل على خط استواء الأرض بمقدار ٥٦٥° وقد بلغ القمر أقصى ارتفاع له وهو ٥٩٠ كيلو مترا فوق نصف الكرة الجنوبى ، وأقل ارتفاع له وهو ٢٢٦ كيلو مترا فوق نصف الكرة الشمالى . وقد أتم القمر دورته الأول فى زمن قدره ٩٦ دقيقة .

وفى أول الأمر كان كل من القمر وغلافه الواقى والمرحلة

الآخيرة من الصاروخ الحامل تدور معا حول الأرض غير أن الاختلاف الطفيف في سرعاتها نتيجة لسرعة الانفصال علاوة على اختلاف مساحات تعرضها لمقاومة الهواء واختلاف كتلتها قد أدت الى انفصالها عن بعضها البعض وقد بدأ الصاروخ الحامل ، الذى كان أسهل هذه الأجسام الثلاثة فى المراقبة بالنظر لكبر حجمه بدأ فى الانخفاض بسرعة وبذلك نصرت فترة دورانه حول الأرض وظهر كأنه يسبق القمر حتى دخل طبقات الجو الكثيفة واحترق فى تاريخ ٣٠ من نوفمبر سنة ١٩٥٧ . أما القمر نفسه فقد بدأ مداره فى الاستدارة تدريجيا نتيجة لمروده عند أقرب نقطة من مداره فى طبقات كثيفة من الجو خففت سرعته واستمر هذا التغير فى مداره الى أن دخل طبقات الجو الكثيفة واحترق بتاريخ ٤ يناير سنة ١٩٥٨ على الأغلب أى بعد مرور ثلاثة شهور على اطلاقه تقريبا .

وصف القمر :

صنع هذا القمر على شكل كرة من سبائك الألومنيوم وقد نبت عليها أربعة قضبان تعمل كهوائيات لأجهزته اللاسلكية . وكان سطح القمر مصقولا صقلا جيدا وقد وضعت بداخله جميع الأجهزة وملىء قبل اطلاقه بغاز الأزوت . كما بلغ قطر هذا القمر ٥٨ سنتيمتر أما وزنه فكان ٨٣٦ كيلو جراما . وقد استخدم الأزوت كعازل حرارى بين جدار القمر

الخارجي والأجهزة ليحتفظ بدرجة الحرارة اللازمة لعمل
الأجهزة العلمية الموجودة فيه وذلك بإجبار هذا الأتوت على
الدوران داخل الغلاف لىساوى حرارة جميع أجزاء القمر .

زود هذا القمر بجهازى ارسل لاسلكى يبلغ تردد موجاتهما
٢٠٠٥٠ و ٤٠٠٠٢ ميغاسيكل أى ١٥ و ٧٥٠ متر على
الترتيب . وقد كانت اشارة الجهاز الأول تطلق فى فترات
صمت الجهاز الثانى . أما الاشارات فكانت على شكل نبضات
يلعب زمنها ٣٠ من الثانية يليها فترات صمت طولها ٣٠ من
الثانية أيضا . وقد كانت ترددات هذه الأجهزة تتغير حسب
معلومات الأجهزة الموضوعة بالقمر وهى أجهزة لقياس الضغط
والحرارة داخل القمر وصدّات الشهب . أما حساب الكثافة
فقد أجريت من دراسة مدار القمر . وقد استمرت أجهزة
القمر اللاسلكية فى العمل مدة ٢٣ يوما حتى فرغت بطارياته .
ومن الطريف أنه لم يسجل خلال هذه الفترة ولا صدمة مع
أى أجسام شهبية .

القمر السوفيتى الثانى (Sputnik 2)

جاء هذا القمر سريعا فى أعقاب القمر الأول اذ أطلق فى
الثالث من نوفمبر سنة ١٩٥٧ أى قبل مرور شهر على القمر
الأول وقد لفت الأنظار لثلاثة أسباب :

١ - أنه يزن ستة أضعاف القمر الأول (وحوالى ٥٠ ضعف

الأقمار الأمريكية (

٢ - أنه تلا الأول بوقت قصير .

٣ - أنه كان يحمل حيوانا هو الكلبة لا يكا .

ان الصاروخ الذى أطلق هذا القمر كان أقوى كثيرا من الصاروخ الأول والدليل على ذلك كبر الوزن الدافع أى وزن القمر علاوة على كبر الارتفاع الذى وصل اليه (بلغ أكبر ارتفاع له حوالى ١٧٠٠ كيلو متر)

وقد لاحظ السوفييت من تجربتهم الأولى أن المرحلة الأخيرة من الصاروخ كانت أسهل فى المراقبة من القمر نفسه ، لذلك جعلوا المرحلة الأخيرة من الصاروخ تحمل الأجهزة العلمية وبذلك أصبحت هى القمر الصناعى ولو أن المخروط الواقعى وصل بعد وصول القمر الى مداره .

مدار القمر الثانى : أطلق هذا القمر فى مدار مشابه للقمر الأول وان كانت زاوية ميله على الاستواء ٦٢° فقط كما أن زمن أول دورة حول الأرض بلغ ١٠٣ر٧ دقيقة وبلغ أقصى ارتفاع له ١٦٦٤ كيلو متر وأقل ارتفاع ٢٢٥ كيلو متر أى أن مداره كان أكثر استطالة من مدار القمر الأول . وأخذ مدار هذا القمر فى التغير حتى دخل طبقات الجو الكثيفة واحترق فى الرابع عشر من ابريل سنة ١٩٥٨ .

وصف القمر الثانى : كان شكل هذا القمر اسطوانيا ذا طرف مخروطى ويبلغ طوله ٥٨ سم مترا تقريبا أما أكبر قطر له فهو ١٢ سم مترا تقريبا أما وزنه فيبلغ ٥٠٨ر٣ كيلو جراما .

وقد زود هذا القمر بخلايا ضوئية وعدسات ضوئية لعزل الأجزاء المختلفة من طيف الاشعاعات الشمسية وقد وضعت بزوايا ١٢٠° من بعضها البعض لقياس جميع أنواع الاشعاعات الشمسية وتغير شدتها . وقد وضعت هذه المجموعة في مقدمة القمر .

ويتكون الجزء الثانى من القمر من غرفة كروية محكمة الاقفال وقد وضع بها جهازا ارسال يعملان على نفس موجات القمر الأول وان كان الجهاز الثانى فى هذا القمر وطول موجته ٧٥ مترًا كان يرسل اشارة مستمرة بدلا من النبضات المستخدمة فى القمر الأول كما وضعت فى هذه الغرفة البطاريات وأجهزة قياس الضغط والحرارة ومنظم الحرارة داخل القمر (ويعمل بادارة تيار من الأزوت فى داخل القمر كما هو الحال فى القمر الأول) وقد وضعا فى اتجاهين متعامدين بجهازين لقياس الأشعة الكونية وقد وضعا فى اتجاهين متعامدين وقد تضمنت التجارب التى قام بها القمر قياس الأشعة الكونية والاشعاعات الشمسية والأشعة فوق البنفسجية والاشعاع الجزئى كما قام بقراءات للحرارة والضغط .

أما التجربة الرئيسية لهذا القمر فقد كانت بيولوجية لدراسة تأثير عوامل السفر فى الفضاء على كائن حى وهو الكلبة لاىكا . وقد وضعت هذه الكلبة فى حجرة محكمة خلف الحجرة السابقة وقد زودت بأجهزة لقياس النشاط الفسيولوجى للكلبة لاىكا علاوة على أجهزة لتنقية الهواء وتغذية الكلبة وإزالة

افرازاتها • وقد سجلت هذه الأجهزة معلومات عن نبض
وضغط دم ودورة لايك الهضمية وقد أرسلت هذه المعلومات
الى الأرض عن طريق أجهزة الارسال وتجري دراستها •

وقد جاءت هذه التجربة بعد تدريب لايك زمنا طويلا حتى
تتحمل البقاء داخل غرفة صغيرة وقتا ممتدا ولكي تعتاد على
وضعها في حزام خاص وتثبيت الأجهزة المختلفة لأعضاء
جسمها •

ومما يمكن الجزم به الآن أن لايك استطاعت أن تتحمل
تسارع الاطلاق بصورة جيدة كما لم تؤثر عليها حالة انعدام
الوزن أى تأثير ضار وقد ماتت لايك اختناقا لانعدام الأكسجين
بعد أن تعطل جهاز تنقية الهواء •

وقد توقفت أجهزة القمر الثانى عن الارسال بعد أسبوع من
اطلاقه وهى الفترة التى حددت من قبل لاجراء التجربة •

القمر الثالث (Sputnik 3)

أطلق هذا القمر فى ١٥ مايو سنة ١٩٥٨ وقد وضع فى
مدار يميل ٦٥° على خط الاستواء كالأقمار السابقة وكان
مخروطى الشكل قطر قاعدته ١٧٣ سم وارتفاعه ٣٥٧ سم
أما وزن القمر فهو ١٣٢٧ كجم ووزن الأجهزة الموجودة
به هو ٩٦٨ كيلو جراما • وقد بلغ أقصى ارتفاع له ١٨٨٠
كيلو مترا أما أقل ارتفاع فهو ٢٢٥ كيلو مترا أى أن مداره

مشابه للأقمار السابقة وان كان أكبر اتساعا ولذلك فان زمن أول دورة له حول الأرض أكبر اذ استغرقت ١٠٦ دقيقة وقد زود هذا القمر بأجهزة لقياس الآتى :

- ١ - ضغط وتكوين طبقات الجو العليا
- ٢ - تركيز الأيونات الموجبة •
- ٣ - شحنة القمر الاستاتيكية والمجال الكهربائي الاستاتيكي للأرض •

- ٤ - شدة مجال الأرض المغناطيسى •
- ٥ - تركيب وتغير الأشعة الكونية الأولية وتوزيع الفوتونات والنوايا الثقيلة فى هذه الأشعة •

- ٦ - شدة الاشعاع الجسمى للشمس •
- ٧ - الشهب المتناهية الصغر •
- ٨ - درجة الحرارة داخل القمر وعلى سطحه •

وقد زود هذا القمر بجهاز للارسال اللاسلكى طول موجته ١٥ مترا يرسل اشارات تلغرافية قوية وقد زود بجهاز توقيت بحيث يرسل اشاراته فى أوقات محدودة كما زود علاوة على مصدر الطاقة الكهربائية الكيمائى ببطاريات تعمل بالطاقة الشمسية •

وقد احترق معمل الفضاء هذا (وهو الاسم الذى أطلق عليه لكبر حجمه وكثرة الأجهزة المركبة به) فى الخامس من ابريل عام ١٩٦٠ بعد بقاءه فى الفضاء مدة ٢٢ شهر تقريبا • والملاحظ فى هذه الأقمار الثلاثة أولا هو كبر ميل مداراتها

على خط الاستواء وهو يتطلب طاقة أكبر لاطلاقها وان كان يمكنها من المرور فوق معظم سطح الكرة الأرضية . ثم نلاحظ أيضا ميل مداراتها الى الإيضاوية وتشابه تلك المدارات مما يثبت أن هذا الانحراف مقصود وفائدته هي زيادة العمق الذي يمكن الحصول فيه على المعلومات الطبيعية . اذ يدخل القمر الى مسافة كبيرة داخل الغلاف الجوى مما يزيد من المعلومات عن طبيعة الجو وخاصة خواصه الكهربائية وكثافته . وان كان هذا فى نفس الوقت هو سبب قصر عمر هذه الأقمار .

وآخر ما يستلفت الأنظار هو كبر وزن تلك الأقمار مما يشير الى مقدار ما وصل اليه العلماء والمهندسون السوفيت من تقدم فى هندسة الصواريخ .

وقد أطلق الروس بعد ذلك صاروخا آخر هو لونيك الأول (Lunik I) وقد تجاوز القمر وكون مدارا حول الشمس ثم أطلقوا صاروخا آخر هو لونيك الثانى (Lunik 2) وقد أصاب القمر ونثر عليه الشعار السوفيتى ثم أطلقوا أخيرا لونيك الثالث (Lunik 3) وقد دار دورة حول القمر وصور الوجه الثانى منه وأرسل صورة الى الأرض فكانت أول مرة يرى فيها الانسان ذلك الوجه من القمر .

الأقمار الأمريكية :

فى التاسع والعشرين من يوليو سنة ١٩٥٥ أعلن البيت الأبيض الأمريكى كما أعلن الدكتور مارسيل نيكسوليه

(Marcel Nicollet) عن اللجنة الخاصة للسنة الدولية
الجيوفيزيكية ان الولايات المتحدة ستقوم كجزء من مساهمتها
في السنة الدولية للطبيعة الأرضية بإطلاق تابع صناعي حول
الأرض . وقد كان التابع المعنى في هذا الاعلان هو المسمى
الطليعة (Vanguard) وقد كونت لجنة لدراسة وتنفيذ هذا
المشروع ولكنها أخفقت في اطلاقه أكثر من مرة مما اضطر
الحكومة الأمريكية لأن تصرح لعلماء الجيش الأمريكي بإطلاق
قمر صناعي بوساطة قذيفة صاروخية مكونة من مجموعة من
الصواريخ عابرة القارات والصواريخ القصيرة المدى وقد
استطاع الجيش أن يطلق هذا التابع الصناعي الذي سمي
المستكشف الأول (Explorer 1) في آخر يناير عام ١٩٥٨ وكان
هذا هو أول قمر صناعي أمريكي وقد تلا هذا القمر قمر
آخر هو الطليعة ١ - (Vanguard 1) في ١٧/٣/١٩٥٨ ثم
توالى الأقمار الأمريكية بعد ذلك بأعداد كبيرة وان كانت
جميعها أقمارا صغيرة ونذكر منها الرائد الرابع (Pioneer 4)
وقد خرج من نطاق جاذبية الأرض وكون مدارا حول الشمس
وقد كان محاولة لاصابة القمر . وآخر هذه الأقمار ويدعى
سيرْيوس (Sirius) جهاز بآلات تصوير قامت بتصوير
أجزاء كبيرة من سطح الأرض وذلك لاستخدامه في دراسة
التقلبات الجوية .

ان الأقمار الأمريكية تميزت جميعا بصغر حجمها وقلة

وزنها مما أدى الى عدم استطاعتها حمل كمية من الأجهزة
يمكن مقارنتها بالأقمار الروسية التي نمتاز بالضخامة . الا أن

خفة الوزن هذه جعلت من الممكن أن ترتفع هذه الأقمار الى
ارتفاعات أكبر وبذلك أطالت في عمر هذه الأقمار ومثال ذلك
الطليعة الأول (Vanguard 1) الذي يبلغ وزنه ١٠٥ كيلو
جراما وهو وزن ضئيل جدا غير أن أقصى ارتفاع له هو ٣٩٣٢
كيلو مترا وأدنى ارتفاع هو ٦٥٤ كيلو مترا مما يضمن لهذا
القمر عمرا يقدر بنحو مائتي عام . وفيما يلي جدول يبين
المعلومات الخاصة بالتابعين الأمريكيين المستكشف الأول
والثالث (Explorer 1, 3) :

الوزن	المستكشف الأول	المستكشف الثالث
١٣٠٨ كيلو جرام	١٣٠٩ كيلو جرام	
الشكل	أسطوانى	أسطوانى
الأبعاد	١٥٪ سم × ٢٠٪ سم	١٥٪ × ٢٠٪ سم
وزن الأجهزة	٥ كجم	٥ كجم
أقصى ارتفاع	٢٤١٥ كيلو مترا	٣٢٠٠ كيلو مترا
أقل ارتفاع	٣٤٩ كيلو مترا	١٦٠ كيلو مترا
زمن الدورة حول الأرض	١١٥ دقيقة	١١٦ دقيقة
العمر	٥ سنوات تقريبا	٩٣٠ يوما

المستكشف الأول المستكشف الأول

الانحراف عن خط
الاستواء

٥٣٤

٥٣٤

وأول ما يلفت النظر في هذا الجدول الفرق الكبير بين عمر القمرين بالرغم من التشابه الكبير بينهما . وان سبب هذا الفارق الكبير هو اختلاف زاوية دخول القمر في مداره ، فمدار القمر الأول أكثر استدارة من الثاني . وان الثاني وان كان يصل الى ارتفاع أكبر كثيرا الا أنه يدخل في طبقات ذات كثافة كبيرة من الجو في أقرب أوضاعه بالنسبة الى الأرض مما يؤدي الى قصر عمره .

ان الصواريخ التي تحمل الأقمار تختلف اختلافا كبيرا في تصميمها وان كانت جميعا تشترك في صفة تعدد مراحلها . ويتضح هذا من مقارنة الصواريخ التي استخدمت في رفع الأقمار الأمريكية الى مداراتها . فالصاروخ الطليعة (Vanguard) صاروخ من ثلاث مراحل مصممة خصيصا لحمل القمر الصناعي وهي تتكون من مرحلة أولى تستخدم الكيروسين والأكسجين السائل وتولد قوة دافعة مقدارها ٢٨٠٠٠ رطل أي حوالي ١٢٧٠٠ كجم . وتتكون المرحلة الثانية من محرك يعمل بوقود من حامض النيتريك الأبيض ومادة الدايميثيلهيدرازين (dimethyl hydrazine) وتولد

دفعاً بوقود صلب مقداره ٢٨٠٠ رطل وهذه المراحل جميعاً
موضوعة الواحدة فوق الأخرى .

أما الصاروخ جوبيتر (س) (Jupiter.C) وهو
الذى يحمل القمر المستكشف الأول والثالث الخ فهو يختلف
اختلافاً كبيراً في نوع المراحل وهي أربعة كما يختلف في
طريقة تركيبها . ومرحلته الأولى محرك ريدستون (Redstone)

يعمل بالأكسجين والهيدراين (Hydyne) بولد ٨٣٠٠٠

رطل من الدفع (وهذا الصاروخ معد للعمل كصاروخ عابر
للمقارات) . أما المرحلة الثانية فقد كُنت من أحد عشر
صاروخاً من طراز سارجنت (Sergeant) ذي الوقود الصلب

(وهو صاروخ قصير المدى) وقد وضعت هذه الصواريخ
بحيث تحيط بالمرحلة الثالثة . أما هذه الأخيرة فتتكون من

ثلاثة صواريخ أخرى من نفس الطراز ذي الوقود الصلب وقد

أحاطت بالمرحلة الرابعة والأخيرة وهي تتكون من صاروخ

واحد من نفس النوع ومثبت به القمر وأجهزته . وقد

استلزم استخدام هذه الطريقة الغريبة في التركيب إدارة

مجموعة المراحل الثلاثة العليا حول محورها بسرعة ٥٦٠

لفسة في الدقيقة قبل الإطلاق زادت إلى ٧٥٠ لفة في

الدقيقة في لحظة الإطلاق وذلك حتى يمكن الحصول على

استقرار جيروسكوبى للصاروخ علاوة على إزالة احتمال

انحراف الصاروخ في حالة عدم اشتغال أحد الصواريخ التي

تكون المراحل العليا . كما أن هذا الدوران يزيل تأثير أى

اختلافات في قوى دفع الصواريخ المختلفة .

وفيما يلي جدول يبين بعض خواص الصواريخ التي ذكرناها
وهو يبين لنا مدى ضخامتها والفارق الكبير بين وزن الصاروخ
ووزن القمر الذي يرفعه الى الفضاء .

الصاروخ ناسا جوبيتر سي

الارتفاع	٢٣٥٥ مترا	٢٢٢٩ مترا
المحيط	١١٥ سنتيمترا	١٧٧ سنتيمترا
قوة الدفع	١٢٧٠٠٠ كجم	٢٧٠٠٠٠ كجم
عدد المراحل .	٣	٤
وزن الصاروخ	١٠٠٠٠٠ كجم	٢٩٠٠٠٠ كجم
وزن القمر	١٥٥ كجم (الطلبة ١)	١٤ كجم (المستكشف ٣)

لقد تحققت أخيرا أحلام الانسان في الوصول الى الفضاء
بفضل عبقريته العلمية وبحثه الدائم وجهه للمخاطرة والتقدم .
ولا ريب أن قرنتنا هذا سيشهد أول خروج للانسان نفسه خارج
الغلاف الجوي وبدء مغامراته بين الكواكب تلك المغامرات التي
مافتىء يؤلف عنها القصص الخيالية قبل أن يكون في استطاعته
تحقيقها وقد رأينا في هذا الكتاب الكثير من الآمال والأفكار
التي تداعب خيال الانسان ثم لم تمض سوى سنوات قليلة

على تأليفه حتى تحققت أول تنبؤاته وان الباقي سيتحقق بلا ريب • وانا نرجو أن يستمر الانسان فى توجيه عبقريته الخلاقة فى مثل هذه النواحي التى تعود على الانسانية عامّة بالنفع بدلا من أن يسعى فى ابتكار آلات الدمار التى قد تقوض أركان المدنية •

وفى غضون سنة ١٩٦٠ قام الاتحاد السوفيتى والولايات المتحدة باطلاق عدة صواريخ بعيدة المدى فى رأسها كبسولات محاولين استعادتها وقد نجحت بعض هذه المحاولات مما دعا الاتحاد السوفيتى الى اطلاق سفينة فضاء جبارة فى ١٨ أغسطس سنة ١٩٦٠ تحمل كبسولة بها كلبتان مدربتان وعدد من الفيران البيضاء والفيران العادية وبعض ذباب الفاكهة « الدروسوفيللا » والميكروبات وخلايا سرطانية وأنسجة جلدية وبذور وخضر وبعض النباتات وقد اتخذت السفينة مدارا دائريا على بعد ٣٠٠ كم تقريبا وبعد أن أتمت ١٨ دورة حول الأرض صدر لها الأمر بالنزول فانفصلت الكبسولة عن السفينة وهبطت الى الأرض • وقد كان هبوطها ناجحا لدرجة أن الحيوانات لم تصب بأى خدش كما أن الكبسولة هبطت فى مكان يبعد عن النقطة المحددة لهبوطها بعشرة كيلو مترات فقط •

وتعتبر هذه الرحلة مرحلة هامة فى استكشاف الفضاء وهى الخطوة الأخيرة التى تمهد لخروج الانسان الى الفضاء •

وقد كانت السفينة تحمل عدا الأحياء التي ذكرناها عددا
من الأجهزة العلمية للأغراض الآتية :

- ١ - لبحث الضوء والنوايا الثقيلة في الأشعة الكونية الأولية .
- ٢ - لبحث أشعة الشمس السينية وفوق البنفسجية .
- ٣ - لتسجيل مستويات الأشعة الكونية في غرفة الحياتار .
- ٤ - أجهزة تتضمن وحدات للتحييض والتصوير تزن ٦٠ كيلو جراما .

وقد دل النجاح الباهر لهذه التجربة على امكان التغلب على
عقبات جسيمة نذكر منها :

- (أولا) انشاء غرفة المسافرين المحكمة الاغلاق والتحكم
في درجة الحرارة والضغط والرطوبة وتجديد الهواء فيها .
- (ثانيا) التحكم في السرعة عند دخول السفينة الى الغلاف
الجوى وتخفيضها تدريجيا لمنع الارتطام بالأرض .
- (ثالثا) تصميم درع واق ضد حرارة الاحتكاك أثناء دخولها
فى الغلاف الجوى وهذه واحدة من أهم العقبات التى تغلبنا
عليها فى هذه التجربة باستخدام نظام من انقاص السرعة
مصحوبا بدروع حرارية واقية .

ومما يلفت النظر الى هذه التجربة أن مدار السفينة كان
دائريا تقريبا فلم يتجاوز الفرق بين أبعد نقطة وأقرب نقطة

فيه ٣٣ كيلو مترا الأمر الذى يحتاج الى الكثير من المهارة والدقة فى التوجيه • والمدار الدائرى يسهل كثيرا من عمليات النزول •

وقد استخدم التليفزيون لأول مرة فى هذه الرحلة مما مكن العلماء من مشاهدة تصرفات الحيوانات فى جميع مراحلها ومقارنتها بالاشارات الواردة بالطرق الأخرى • وقد أثار اهتمامهم تصرف الحيوانات فى حالة انعدام الوزن • فقد ظلت فى البداية معلقة فى الكابينة ، ولما عاد النبض والتنفس الى الحالة الطبيعية بعد فترة الصعود المرهقة أخذت تتحرك وتعود نفسها على حالتها الجديدة ثم بدأت تأكل •

ويقوم العلماء فى الوقت الحاضر بدراسة الأشرطة التليفزيونية التى أخذت أثناء الرحلة وبدراسة أثر الرحلة على الحيوانات والنباتات وغيرها من الأحياء المشتركة فيها •

ولا ريب أن قيام الانسان برحلة طويلة المدى فى الفضاء لا بد أن يسبقه حل كثير من المشاكل ولكن النجاح التام لهذه التجربة أثبت أن لدى العلماء والمهندسين السوفيت وغيرهم أساسا نظريا وعمليا كافيا لقيام الانسان بأول رحلة فى الفضاء •

ملاحظات	تاريخ السقوط	تاريخ الإطلاق	أقصى ارتفاع كيلو متر	أدنى ارتفاع كيلو متر	الوزن بالكيلو جرام	مصدره	اسم التابع	اسم الإطلاق
كان يعمل كلبه " لا يكا "	١٩٥٨ / ١ / ١٠	١٩٥٧ / ١٠ / ٤	٩٤٧	٢٢٧	٨٢٧	الاتحاد السوفيتي	سبوتنك الأول	سبوتنك الأول
لم يسقط بعد وينتظر ان يعيش ٤ سنوات	١٩٥٨ / ٤ / ١٢	١٩٥٧ / ١١ / ٣	١٦٧٩	٢٢٥	٥٠٢٩	الاتحاد السوفيتي	سبوتنك الثاني	سبوتنك الثاني
يقدر عمره بنحو مائتي علم	-	١٩٥٨ / ١ / ٣١	٢٤١٥	٢٢٩	١٢٣٨	الولايات المتحدة	سبوتنك الأول	المستكشف الأول
أكبر قمر صناعي أطلق عليه اسم " معمل الفضاء "	١٩٥٨ / ٦ / ٢٨	١٩٥٨ / ٣ / ١٧	٣٩٣٢	٦٥٤	١٣٥	الولايات المتحدة	سبوتنك الثالث	الطليعة ١
معا	١٩٦٠ / ٤ / ٥	١٩٥٨ / ٣ / ٢٦	١٨٨٠	٢٢٥	١٣٢٧	الاتحاد السوفيتي	سبوتنك الثالث	المستكشف الثالث
وزن القمر والمرحلة الأخيرة	١٩٥٩ / ١ / ٢١	١٩٥٨ / ١٢ / ١٨	٣١٨٨	٢٨٣	١٧٠٣	الولايات المتحدة	سبوتنك الرابع	المستكشف الرابع
عمره ١٣ شهرا تقريبا	-	١٩٥٨ / ٧ / ٢٦	١٥١٢	١٩٨	٣٩١٥	الولايات المتحدة	سبوتنك الخامس	المستكشف الخامس

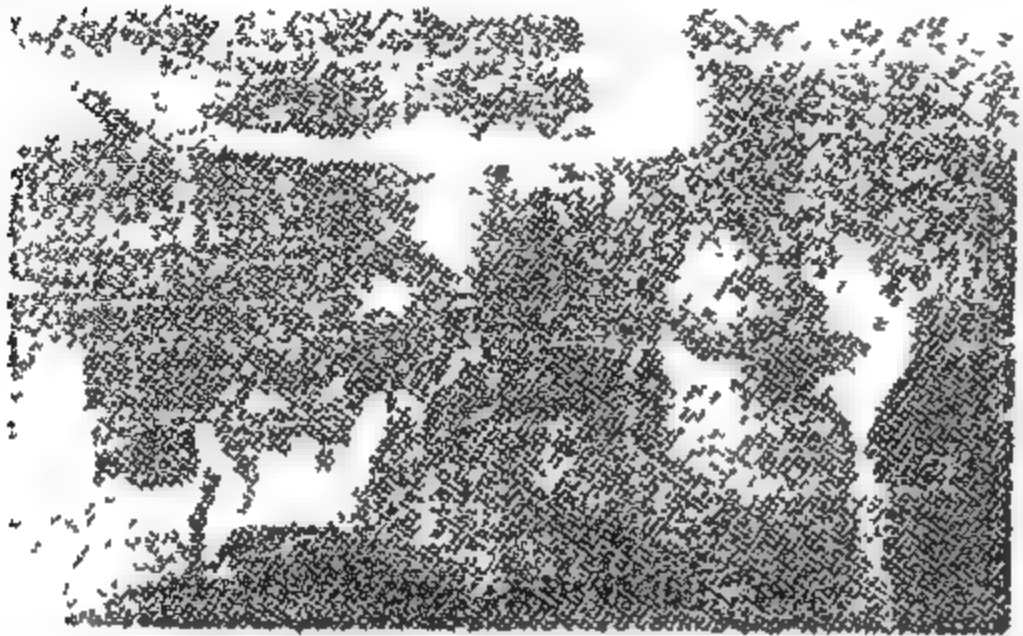
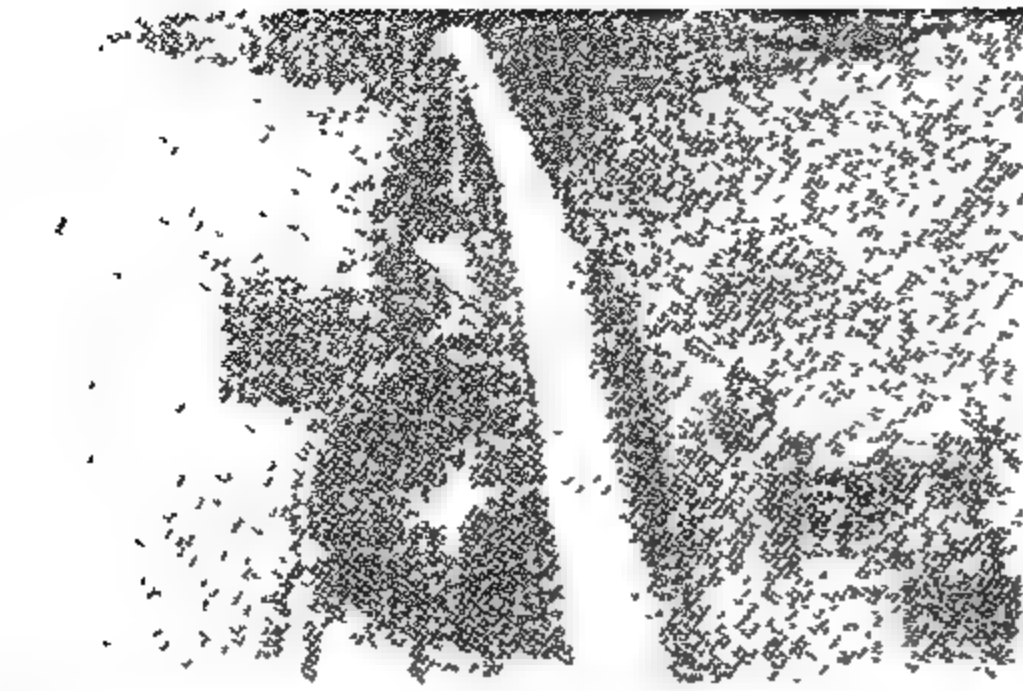
الملاحق رقم ٢
الطليعة ١
سبوتنك الأول
سبوتنك الثاني
المستكشف الأول
المستكشف الثالث
المستكشف الرابع
المستكشف الخامس

آخر عام ١٩٥٩

ملاحظات	تاريخ السقوط	تاريخ الاطلاق	القصى ارتفاع كيلو متر	ادنى ارتفاع كيلو متر	الوزن بالكيلو جرام	مصدره	اسم التابع
بما في ذلك وزن المرحلة الأخيرة	=	١٩٥٩/ ٢/١٧	٣٢٨٠	٥٣٦	٩	الولايات المتحدة	الولايات المتحدة
بما في ذلك وزن المرحلة الأخيرة	-	١٩٥٩/ ٣/ ١	-	-	٥٩٠	الولايات المتحدة	الولايات المتحدة
بما في ذلك وزن المرحلة الأخيرة	١٩٥٩/ ٤/٢٦	١٩٥٩/ ٤/١٣	٣٦١	٢٤٧	١٩٩٨	الولايات المتحدة	الولايات المتحدة
بما في ذلك وزن المرحلة الأخيرة	-	١٩٥٩/ ٨/ ٧	-	-	٦٤٥	الولايات المتحدة	الولايات المتحدة
بما في ذلك وزن المرحلة الأخيرة	-	١٩٥٩/ ٨/١٣	-	-	٧٧٠	الولايات المتحدة	الولايات المتحدة
بما في ذلك وزن المرحلة الأخيرة	-	١٩٥٩/ ٨/١٩	-	-	٧٧٠	الولايات المتحدة	الولايات المتحدة
<hr/>							
		١٩٥٩/ ٩/١٨	-	=	٤٥٤	الولايات المتحدة	الولايات المتحدة
		١٩٥٩/ ١/ ٢	تجاوز القمر ودار حول الشمس	١٤٧٢	١٤٧٢	الاتحاد السوفيتي	الاتحاد السوفيتي

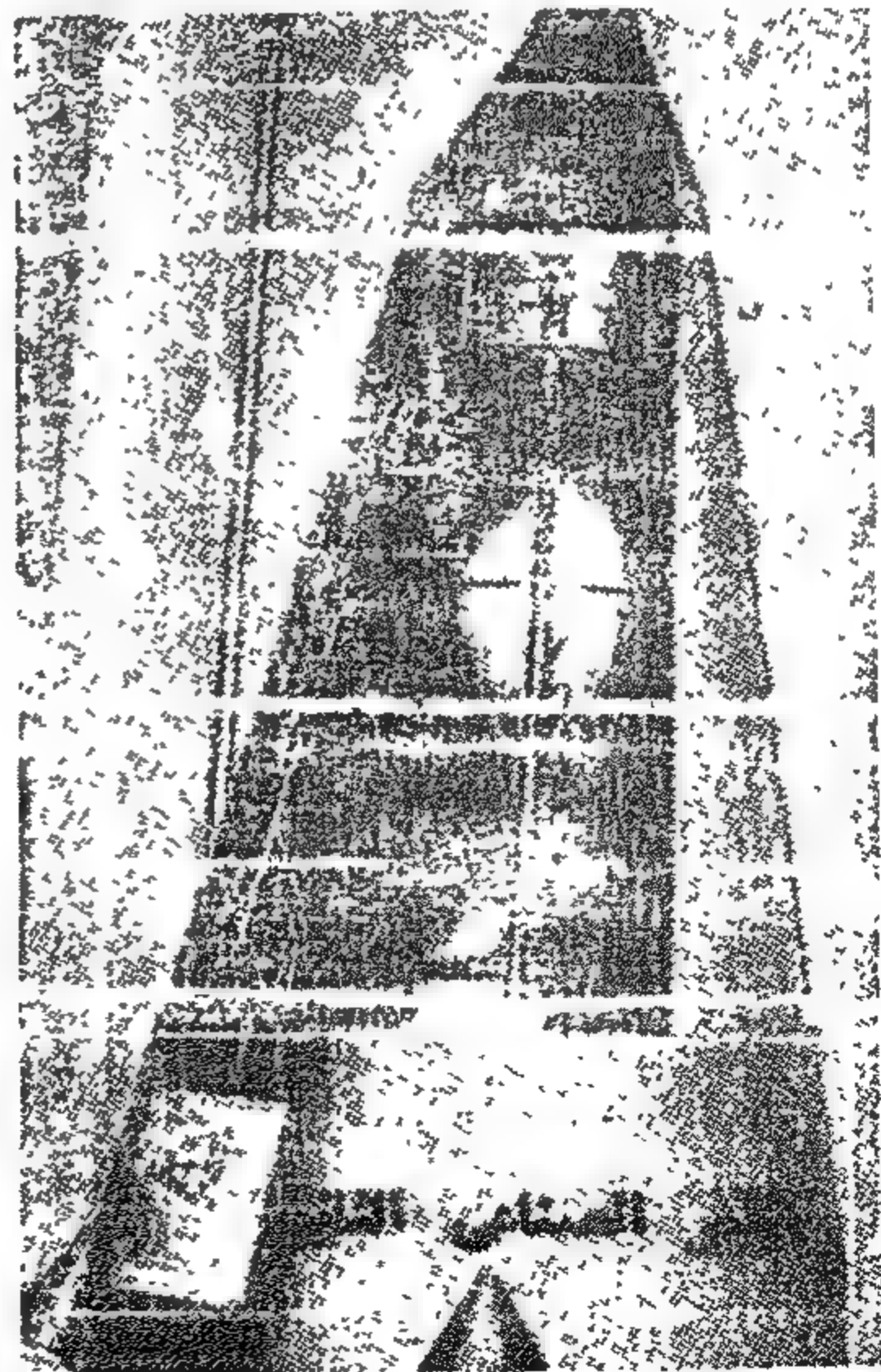
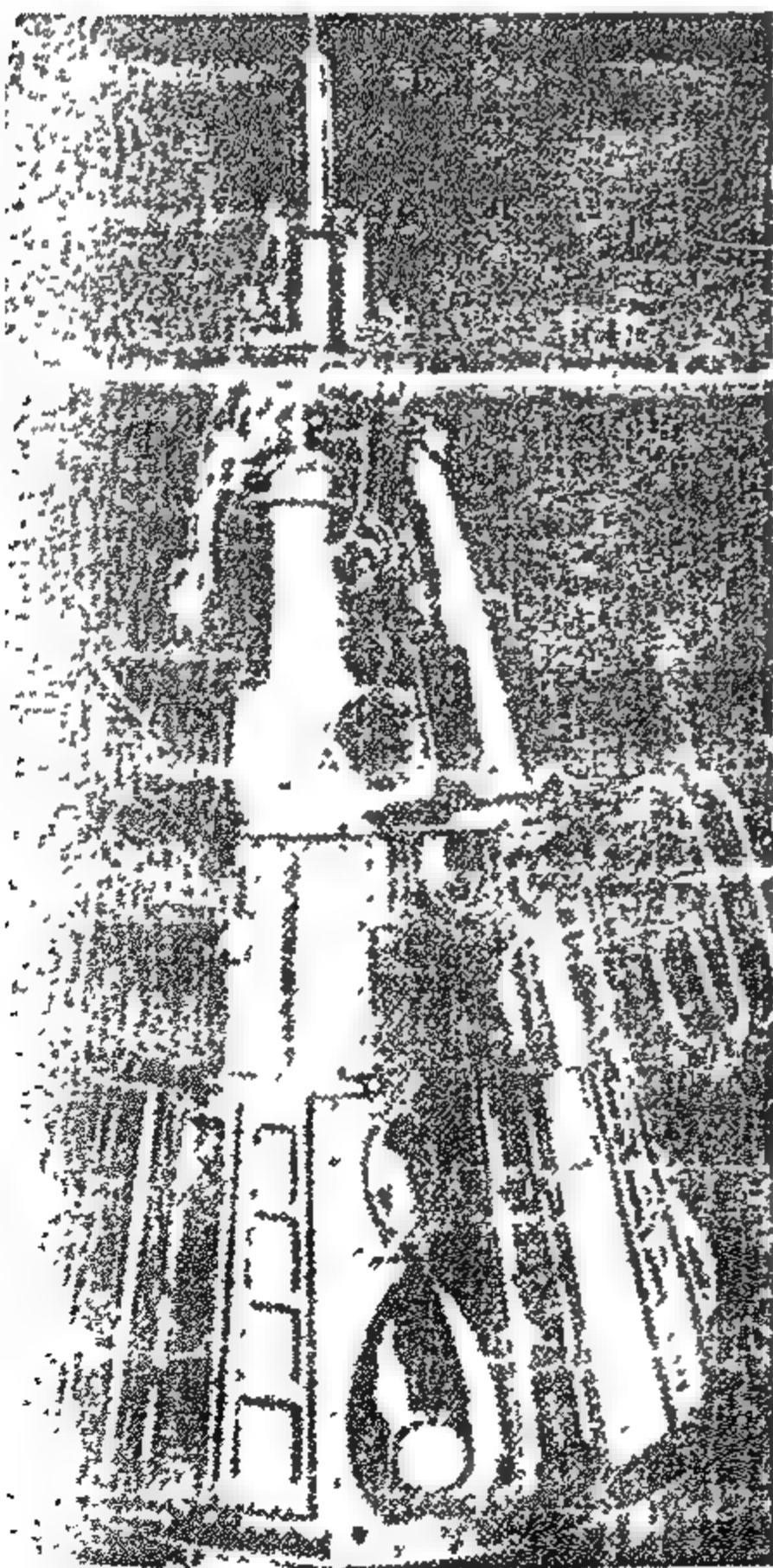
الطليعة الثالث
لونيكا الاول

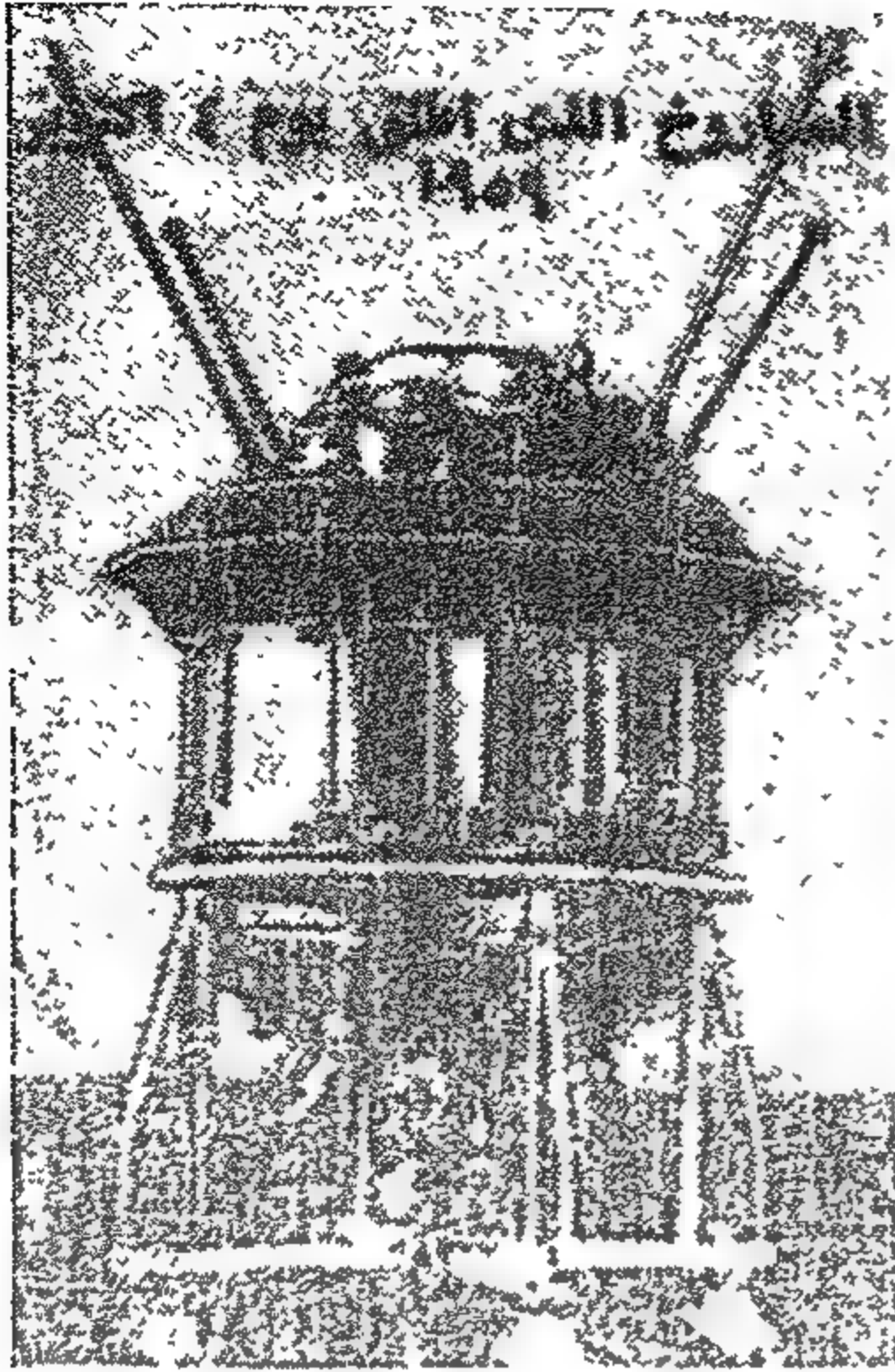
اسم التابع	مصدره	الوزن بالتكيلو جرام	أدنى ارتفاع كيلو متر	أقصى ارتفاع كيلو متر	تاريخ الإطلاق	تاريخ السقوط	ملاحظات
الرائد الرابع	الولايات المتحدة	٦	تجاوز انقمر ودار حول الشمس		١٩٥٩/ ٣/ ٣	-	نشر التشعار الروسي على
لونيك الثاني	الاتحاد السوفيتي	١٥١١	أصاب القمر		١٩٥٩/ ٩/ ١٢	١٩٥٩/ ٩/ ١٧	القمر
لونيك الثالث	الاتحاد السوفيتي	١٥٥٣	دور حول انقمر وعاد حول الأرض		١٩٥٩/ ١٠/ ٤	-	صور الوجه الآخر للقمر



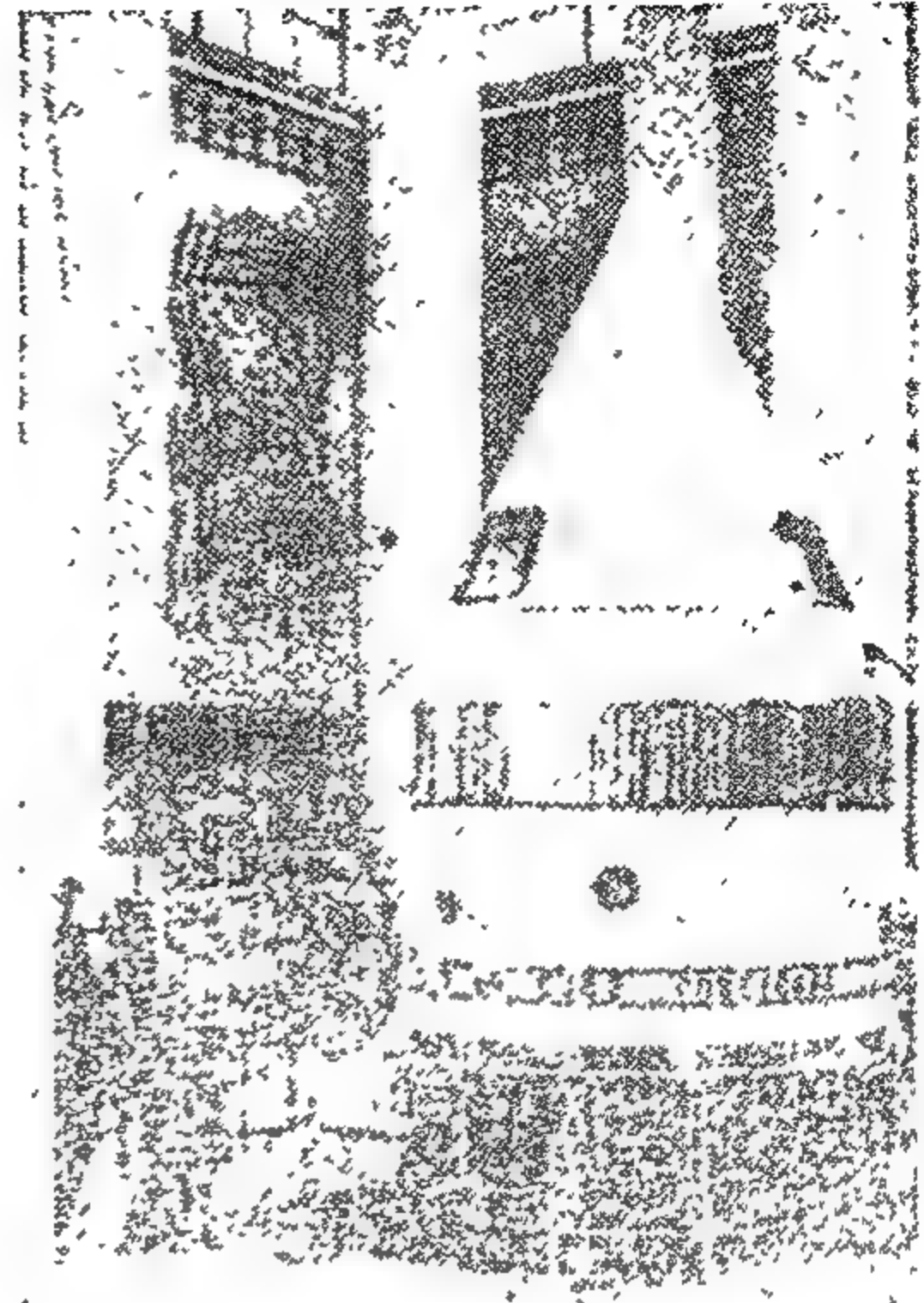
سبونتيك الثاني
٣ نوفمبر ١٩٥٧

سبونتيك الأول
١٢ أكتوبر ١٩٥٧

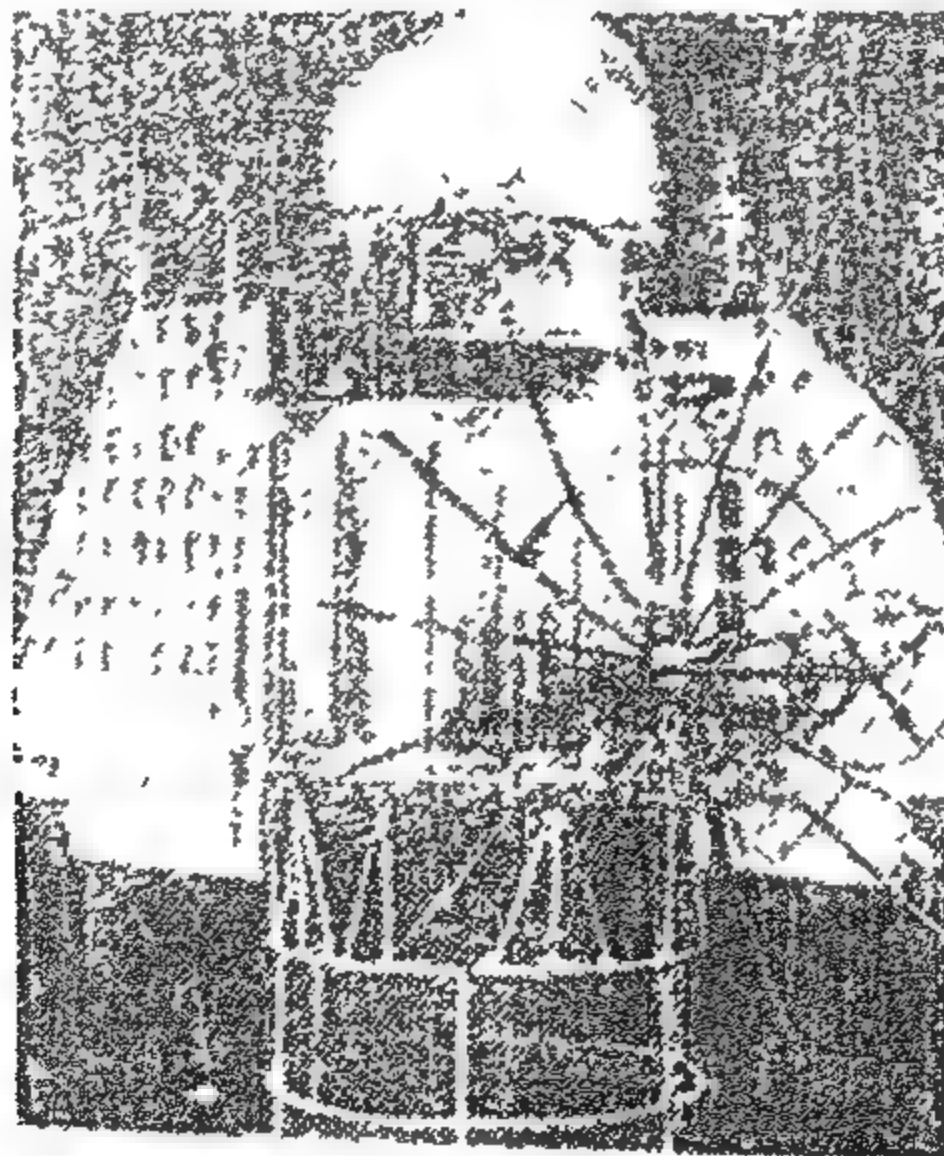




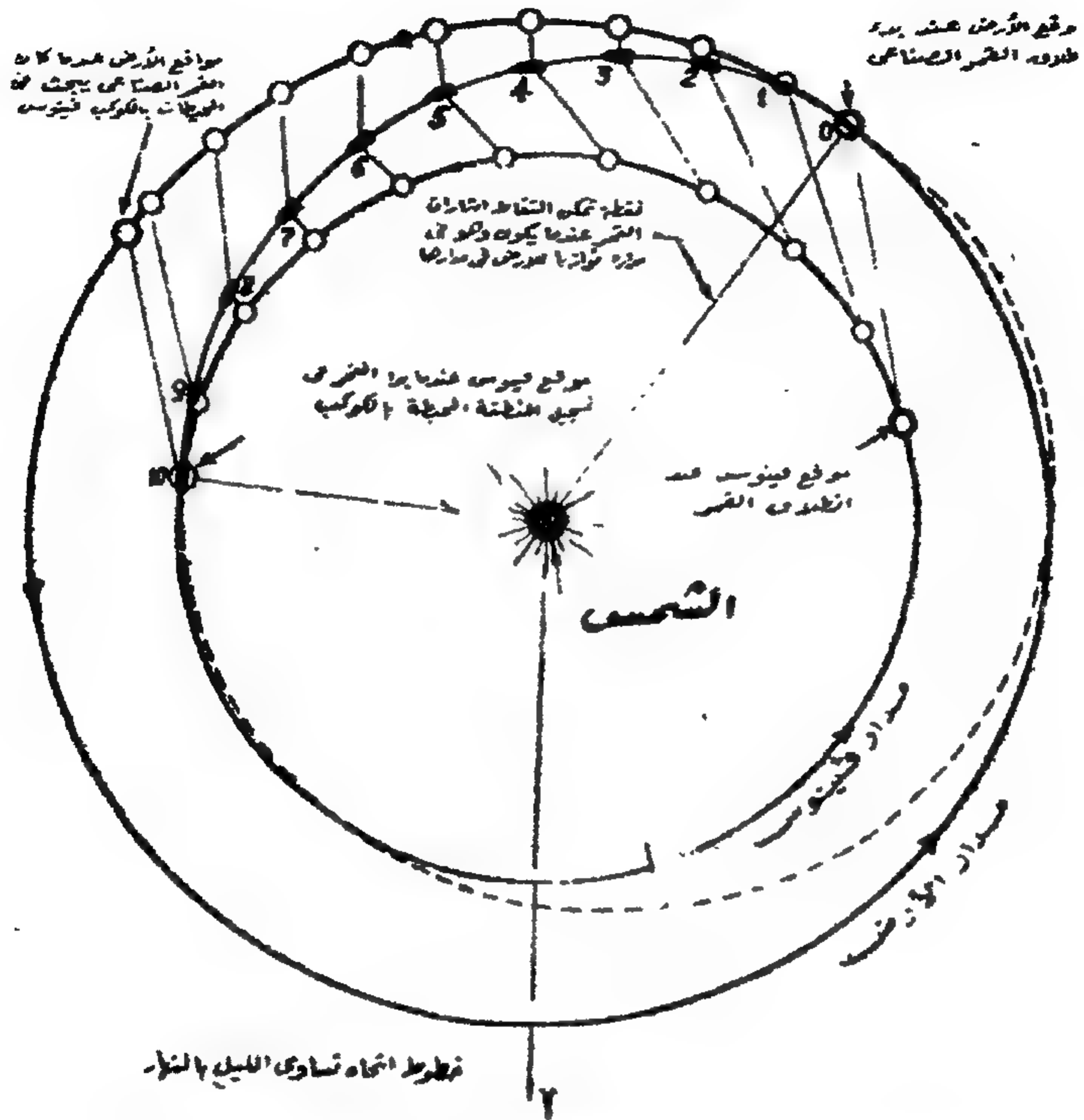
الصاروخ الذي أطلق يوم
٤ أكتوبر ١٩٥٩



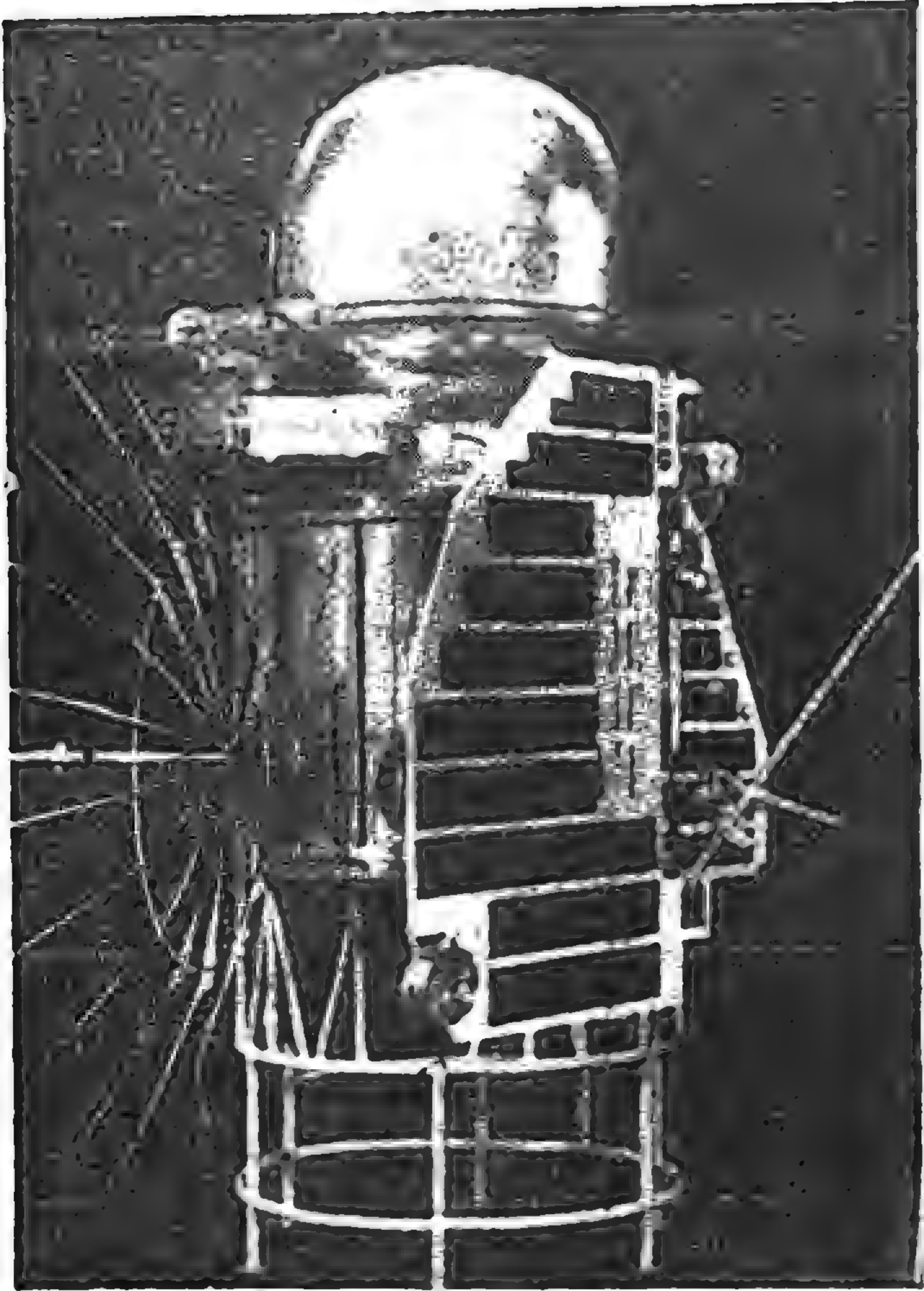
لونيك :لاول الذي صور
الوجه الآخر للقمر
٢ يناير ١٩٥٩



الصاروخ الذي أطلق
الى كوكب الزهرة
١٣ فبراير ١٩٦١



مسار القمر الرابع وعلاقته بالكوكب فينوس



القمر الصناعي الروسي الرابع الذي أطلق
في ٩ مارس ١٩٦١ واستعيد

يُبعد كتابة الفصول السابقة في أواخر عام ١٩٦٠ ، وقبل
مثول الكتاب للطبع ، تمت عدة انتصارات في ميدان غزو
الفضاء نورد فيما يلي أهمها :

نحو الزهرة :

أطلق الاتحاد السوفيتي سفينة فضاء الى كوكب الزهرة في
١٢ من فبراير سنة ١٩٦١ وقد أطلقت من صاروخ اتخذ مدارا
حول الأرض وأخذت اتجاه وسرعة المدار المرسوم نحو
الزهرة ولكن الاتصال اللاسلكي بينها وبين الأرض انقطع
بعد خمسة أيام من اطلاقها لأسباب غير معروفة . وكان من
المقرر أن تصل الى الزهرة في منتصف شهر مايو .

وفي شهر مارس من السنة نفسها أطلقت سفينة أخرى
تحمل الكلبة شيرنوشكا وبعض الخلايا الحية والأجهزة العلمية
واستعيدت بنجاح بعد اتمامها عدة دورات حول الأرض .

اول رجل فضاء :

وفي يوم ١٢ من ابريل سنة ١٩٦١ تم ذلك الحدث العظيم
الذي تنبأ به العالم الروسي الكبير كونستانتين أ . تسيولكوفسكى
منذ نصف قرن اذ قال « لن يظل الانسان الى الأبد على الأرض
ففي السباق نحو الضوء والفضاء سيبدأ في تردد بالتسلل وراء
الغلاف الجوي الأرضي ثم يغزو جميع الفضاء المحيط
بالشمس » .

أوقف راديو موسكو في الساعة العاشرة من صباح ذلك اليوم جميع اذاعاته ليعلن على العالم نبأ طيران أول انسان فى الفضاء • فقد أطلق الاتحاد السوفيتى فى الساعة التاسعة والدقيقة السابعة من صباح ذلك اليوم حسب توقيت موسكو سفينة للفضاء أطلق عليها اسم فوستوك (الشرق) وهى تحمل أول رجل يطير فى الفضاء وهو الرائد الطيار يورى أ • جاجارين • ثم أذاع الراديو بعد فترة نبأ نزول رائد الفضاء الأول بعد اتمامه دورة حول الأرض فى زمن قدره ٨٩ دقيقة بالقرب من المكان المحدد لهبوطه فى أراضي الاتحاد السوفيتى • وقد طار جاجارين بعد ذلك الى موسكو حيث استقبل استقبال الأبطال وخرج سكان موسكو جميعا الى الشوارع وتعطلت جميع الأعمال احتفالا بالنصر الرائع •

سفينة الفضاء فوستوك (١) :

صممت سفينة الفضاء فوستوك نتيجة للخبرة التى اكتسبت من نتائج الأقمار المدارية الأولى وحيوانات التجارب • وقد أطلقت مرتين للتأكد من صحة تصميمها وذلك قبل استخدامها لحمل الانسان وقد وضع بها فى المرتين دمية مكان قائد السفينة وحيوان تجارب هو الكلبة شيرنوشكا فى مرة والكلبة زفيرزودوشكا فى مرة أخرى وقد أطلقت واستعادت بنجاح فى المرتين •

وقد وضعت السفينة التى تزن ٤٧٢٥ كجم فى مدار حول

الأرض يميل بزاوية قدرها ٦٤ درجة وسبعة وخمسون ثانية
على خط الاستواء • ووصل أقل ارتفاع للمدار ١٨١ كيلومتر
وأقصى ارتفاع لها ٣٢٧ كيلو متر •

تصميم السفينة :

تتكون السفينة من جزئين رئيسيين :

- كبسولة قائد السفينة وبها أجهزة المحافظة على حياته
وأجهزة للقيادة وأجهزة للهبوط في الحالات الاضطرارية •
- قسم الآلات ويضم الآلات التي تعمل أثناء وجود المركبة
في المدار وأجهزة التحكم في السفينة أثناء العودة • وأهم
هذه الآلات هي :

- ١ - جهاز تكييف هواء وضبط الضغط الجوي وأجهزة
للغذاء والماء وجهاز لازالة نفايات الجسم •
- ٢ - أجهزة السيطرة اليدوية على المركبة (لوحة قائد
السفينة)
- ٣ - جهاز الهبوط الاضطرارى
- ٤ - جهاز لاسلكى للاتصال بالأرض
- ٥ - جهاز أتماتيكي لتسجيل عمل الآلات وأجهزة رقابة •
- ٦ - جهاز تليفزيونى لملاحظة قائد السفينة من الأرض •
- ٧ - أدوات لتسجيل قيام أعضاء الجسم بوظائفها الحيوية •
- ٨ - آلات ارجاع المركبة •
- ٩ - جهاز توجيه •

- ١٠ - جهاز لمراقبة الطيران .
 - ١١ - جهاز لاسلكى للمقاييس المدارية
 - ١٢ - جهاز لضبط درجة الحرارة
 - ١٣ - مصادر اضاءة و طاقة كهربائية .
- أما السطح الخارجى للمركبة فقد نبتت عليه وحدات المراقبة وعناصر التوجيه وهوائيات الأجهزة اللاسلكية وألواح جهاز ضبط الحرارة .
- أما قمرة قائد السفينة فهى قمرة فسيحة أكبر من قمرات الطائرات وقد جهزت المعدات فيها بحيث يمكن لقائد السفينة أن يقوم بجميع العمليات اللازمة دون التحرك من مقعده .
- وقد جهز المقعد بالمعدات التالية :
- ١ - مسند قابل للانفصال يربط فيه قائد السفينة بأحزمة بحيث يمكن انفصاله وهبوطه بالمظلة الواقية اذا لزم الأمر .
 - ٢ - مظلة واقية للهبوط .
 - ٣ - أجهزة صاروخية لإطلاق المسند .
 - ٤ - مستودع للطوارئ به ماء وطعام وجهاز لاسلكى للاتصال وإيجاد الاتجاه لاستخدامه بعد الهبوط اذا تم الهبوط فى غير المكان المحدد له أو عند استخدام المقعد المقذوف فى حالة حدوث أى طارئ .
 - ٥ - سترة فضاء وجهاز تهوية ووحدة لتموين السترة

بالأكسجين لحماية الطيار في حالة عدم صلاحية أجهزة ضغط الهواء أو في حالة القذف من السفينة على ارتفاع عال .

هذا وقد جهزت السفينة بحيث يمكن أن يهبط بها قائدها أو أن ينفصل عنها على ارتفاع سبعة كيلو مترات تقريبا ويهبط بالمظلة الواقية . وقد جربت الطريقتان عمليا في الأقمار المدارية التي استعادت من قبل بنجاح .

وقد جهزت السفينة بجهاز لتكييف الهواء يكفل وجود ضغط داخل السفينة يعادل الضغط الجوي الطبيعي كما يكفل الاحتفاظ بنسبة صحيحة للأكسجين وثنائي أكسيد الكربون بحيث لا تزيد نسبة الأخير عن واحد بالمائة . ويتم تجديد وامتصاص ثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء وإضافة الأكسجين عن طريق مركبات كيميائية شديدة الفعالية ويتم ذلك أتموماتيكيا بوساطة وحدات حساسية تتأثر بنسبة الغازات المختلفة وتقوم بعمل التصحيحات اللازمة . وقد صممت الأجهزة بحيث تكون الرطوبة النسبية داخل القمرة ما بين ٣٠٪ و ٧٠٪ كذلك زودت المركبة بمرشحات تمتص الغازات الضارة التي قد تلوث جو القمرة نتيجة لقيام الجسم بوظائفه الطبيعية أو نتيجة لعمل الآلات المختلفة .

صممت السفينة بحيث تكون درجة الحرارة داخل قمرتها ما بين ١٠ الى ٢٢ درجة مئوية . وقد أمكن ذلك بوساطة

استخدام عنصر سائل للتبريد وهو يقوم بنقل الحرارة من داخل القمرة الى خارجها حيث يمر بجهاز لتبريد الغاز السائل ويتحكم فى نسبة التبريد ألواح عاكسة مثبتة خارج المركبة للاشعاع ويتغير وضعها أوتوماتيكيا لضبط درجة الحرارة •
توجيه السفينة فى الفراغ :

جهزت المركبة بوحدات رقابة على سطحها الخارجى ، الغرض منها اعادة توجيه السفينة فى الفضاء فى حالة اختلال وضعها نظرا لأهمية هذا التوجيه أثناء عملية الهبوط ويتحكم قائد السفينة فى عملية التوجيه باستخدام جهاز توجيه بصرى مركب على أحد الثقوب الموجودة بالقمرة ويتكون من عواكس وعدسات ومرشحات ضوئية تنفذ خلالها الأشعة الضوئية من خط الأفق فتظهر أمام عيني رجل الفضاء على شكل دائرة اذا كان محور السفينة العمودى فى الوضع الصحيح • كما يرى رجل الفضاء فى وسط الثقب ذلك الجزء من سطح الأرض الذى يقع تحته مباشرة ويمكنه تحديد اتجاه المحور الطولى للسفينة بمراقبة خط سيرها بالنسبة للأرض ومقارنته بخط السير المحدد من قبل والموضح على خريطة خاصة • علاوة على ذلك ثبتت فى لوحة العدادات كرة أرضية ثابتة الوضع فى الفراغ بوساطة جيروسكوبات وبواسطها يستطيع رجل الفضاء تحديد مكانه بالنسبة للأرض فى أى وقت حتى لو لم يمكنه رؤية سطحها • وهى تعمل على نفس مبدأ الأفق الصناعى المستخدم فى الطائرات •

علاوة على كل الاحتياطات السابقة جهزت السفينة بأجهزة لاسلكية بحيث يمكن مراقبتها بواسطة المحطات الأرضية في أراضي الاتحاد السوفيتي ومراقبة خط سيرها والتأكد من مطابقته للبرنامج المحدد وكذلك لتحديد نقطة بداية الهبوط . كما زودت السفينة بجهاز برنامج الكتروني وهو يقوم بتوجيه السفينة أتماتيكيا حسب نظام معين محدد على الأرض قبل الاطلاق .

وبالرغم من أن المقرر هو عمل دورة واحدة فقط حول الأرض فقد زودت السفينة بغذاء وماء ومواد تنقية الهواء ومصادر الطاقة الكهربائية بحيث تكفي طيران عشرة أيام .
الهبوط :

تم الهبوط بواسطة فرملة السفينة بواسطة صواريخ جهاز النزول بحيث دخلت في هواء الغلاف الجوي بسرعة مناسبة ، ثم تم الجزء الأخير من الهبوط بواسطة المظلة الواقية . وقد نزلت السفينة وقائدها سالمين ومستعدين للانطلاق مرة أخرى . وقد استغرقت فترة الهبوط - وهي أخطر مرحلة من مراحل الرحلة - استغرقت ثلاثين دقيقة قطعت فيها السفينة مسافة ثمانية آلاف كيلو متر . وقد شمل تصميم السفينة درعا واقيا من الحرارة العالية أثناء دخول الجو كما اشتمل أجهزة تمنع ارتفاع الحرارة داخل القمرة عن مستوى محدد عند استمرار تسخين سطحها الخارجي نتيجة للفرملة التدريجية في الهواء الجوي .

التحضير للرحلة

كان من الضروري قبل سفر الانسان الى الفضاء عمل دراسات شاملة لكل العوامل التي قد يتعرض لها أثناء الطيران ولتأثير هذه العوامل على الكائنات الحية .

وقد أجريت بحوث لا حصر لها بواسطة العلماء المختصين في الطب والبيولوجيا والفسيولوجيا منذ زمن طويل على الكائنات الحية في المعامل وأثناء انطلاقها في صواريخ الى الطبقات العليا من الجو . وقد قلدت حالة تزايد الجاذبية باستخدام آلات القوة الطاردة المركزية في المعامل وذلك لدراسة الحالة أثناء الانطلاق والعودة . ولكن دراسة الكائنات الحية تحت تأثير بعض العوامل مثل حالة انعدام الوزن والتعرض للأشعة الكونية لم تكن ممكنة نظرا لقصر مدى الصواريخ وقصر مدة تعرض الأحياء الموجودة بها للظروف سابقة الذكر .

ولكن الاتحاد السوفيتي قام ابتداء من عام ١٩٥٧ وخاصة بعد اطلاق القمر الصناعي الثاني ، بعمل دراسات واسعة النطاق لحالة انعدام الوزن والتعرض للأشعة الكونية وقد ثبت نتيجة لهذه التجارب امكان تعرض الكائنات الحية لحالة انعدام الوزن لفترات طويلة دون تأثير وظائفها الحيوية . كما ثبت انه من الممكن الطيران تحت حزام الأشعة الكونية دون التعرض لأي تأثيرات ضارة .

تلت هذه المرحلة التحضيرية مرحلة تصميم ووضع أنسب

المناهج لكفل الظروف الطبيعية لحياة الانسان داخل سفن الفضاء وقد تم ذلك فعلا وأجريت تجارب عملية على الحيوانات فى الأقمار الصناعية المختلفة وأثبتت صلاحية الأجهزة المختلفة للعمل .

وآخر مرحلة تحضيرية كانت مرحلة اختيار طقم سفن الفضاء وتحديد الاختبارات الطبيعية للتأكد من صلاحيتهم للطيران فى الفضاء كما تضمنت تدريب الطيارين على الأرض لتأهيلهم لمواجهة ظروف الرحلة ووضع برنامج للإشراف الطبى على صحتهم أثناء الرحلة .

اختيار رواد الفضاء :

كان لا بد أن يقوم بأول رحلة فى الفضاء رجل يدرك الأهمية الهائلة للملقة على عاتقه ويوافق بإرادته على أن يخاطر بجميع قواه وقدراته وربما حياته فى سبيل تنفيذ هذه المأثرة البارزة . وقد طلب العلماء الانتقاء على أساس علمى من بين آلاف المتطوعين لهذه الرحلة . وقد قرر العلماء أن الطيارين يتميزون بقدرات وصفات تؤهلهم للقيام بهذه المهمة . لذلك فقد أجريت اختبارات طبية ونفسية على عدد منهم لتحديد حالتهم الصحية وكشف نقط الضعف الكامنة فيهم ومقاومة الأعضاء الحية للعوامل المختلفة . ومن هذه الاختبارات تعريضهم لدرجات عالية من ندرة الهواء فى غرف للضغط وتعويضهم لتغيرات مفاجئة فى الضغط البارومتري ، ودراسة تأثيرهم أثناء تنفس الأكسجين تحت ضغط عال ودراسة تأثيرهم

بالقوة الطاردة المركزية • وقد اختير عدد من الطيارين نتيجة لهذه الاختبارات وبدأوا في تنفيذ برنامج تدريبي خاص تضمن الآتى :

- ١ - دراسة نظرية للمسائل الأساسية المتصلة بالسفر فى الفضاء بما فى ذلك الصواريخ وتصميم سفن الفضاء والفلك والجيوفيزيقيا وطب الفضاء وكذلك دراسة الأجهزة والمعدات المختلفة الخاصة بقمرة السفينة •
 - ٢ - الطيران على طائرات فى ظروف من انعدام الوزن لفترات تصل الى ٤ ثانية •
 - ٣ - التدريب العملى فى قمره مماثلة لقمره سفينة الفضاء على الأجهزة والمعدات •
 - ٤ - البقاء لمدة طويلة فى غرفة خاصة معزولة الصوت للتعود على ظروف الفضاء •
 - ٥ - التدريب فى جهاز الدوران المركزى
 - ٦ - التدريب على جهاز للاهتزاز •
 - ٧ - القفز بالباراشوت من الطائرات •
- كما درست طرق تناول الطعام والماء والاتصال اللاسلكى والتصرفات فى حالة الطوارئ التى يمكن مقابلتها •
- وعلاوة على الدراسات والتدريبات السابقة خضع أفسراد المجموعة المدربة لمنهج رياضى شامل يجرى يوميا لزيادة قدرة أجسامهم على تحمل ظروف الطيران المختلفة مع تخصيص تمرينات لكل حسب العيوب الجسمانية الخاصة به •

واختير من هذه المجموعة أحسن من أمضوا فترة التدريب للطيران وكان بينهم رائد الفضاء يورى جاجارين • من هو جاجارين ؟

ولد جاجارين فى عائلة من المزارعين الجماعيين فى ٩ مارس مارس سنة ١٩٣٤ بمنطقة سمولنسك فى جمهورية روسيا الاتحادية وقد انقطع عن الدراسة بعد دخوله المدرسة سنة ١٩٤١ نتيجة الغزو النازى ثم استأنف دراسته بعد الحرب عندما انتقلت عائلته لمدينة جيغاتسك وبعد اتمام دراسته التحق بمدرسة فنية تخرج منها سنة ١٩٥١ بامتياز كسباك معادن • ثم انتقل الى مدينة ساراتوف حيث التحق بمدرسة فنية عالية وهناك بدأ أول اتصال له بمهنة الطيران اذ بدأ فى تعلم الطيران بعد أوقات الدراسة فى نادى طيران ساراتوف •

وعند تخرجه من المدرسة الفنية سنة ١٩٥٥ غير مهنته والتحق لشغفه بالطيران بمدرسة للطيران الحربى فى مدينة أرونبورج تخرج منها فى عام ١٩٥٧ وهو عام اطلاق أول قمر صناعى • وتزوج جاجارين فى نفس ذلك العام وله الآن ابنتان •

اول رجل فضائى أمريكى :

أطلقت الولايات المتحدة عدة أقمار وتوابع صناعية للأرض للدراسات اللاسلكية والاشعاعية كما استعادت عدة كبسولات

من الفراغ • وتوجت أعمالها في هذا المجال في يوم ٥ مايو سنة ١٩٦١ بإطلاق أول رجل أمريكي الى الفضاء هو الكوماندر آلن شبرد من طياري البحرية وهو واحد من سبعة تقوم الولايات المتحدة بتدريبهم منذ زمن بعيد للسفر في الفضاء • وقد أطلق الكوماندر شبرد بواسطة صاروخ من طراز رديستون رأسيا من قاعدة كيب كانافرال في ولاية فلوريدا فوصل الى ارتفاع ١٨٤ كيلو مترا حيث انفصلت القمرة عن رأس الصاروخ وسقط سقوطا حرا الى أن نزلت السفينة في المحيط الأطلنطي بواسطة المظلة الواقية على مسافة ٢٩٠ ميلا (٤٦٤ كيلو متر) من نقطة انطلاقه وقامت باتتصاله طائرات الهليكوبتر التي خصصت لهذا الغرض في منطقة نزوله •

وقد استمرت رحلته خمسة عشر دقيقة قضى منها ٥ دقائق في حالة انعدام الوزن • ووصلت عجلة التسارع أثناء الاطلاق الى ستة أضعاف الجاذبية الأرضية أما أثناء الهبوط فوصلت عجلة التباطؤ الى احدى عشر ضعفا للجاذبية الأرضية • وقد تحمل شبرد ظروف الضغط وانعدام الوزن بصورة جيدة وقام أثناء الرحلة بتغيير أوضاع السفينة أثناء الهبوط بواسطة أجهزة التحكم الخاصة بذلك بتجربتها وقد قامت بعملها بصورة مرضية •

وبذلك قدمت الولايات المتحدة خطوة أخرى في سبيل غزو الانسان للفضاء •

نتائج اول رحلتين:

أظهرت لنا الرحلة الأولى للانسان نحو الفضاء قدرته على أن يتحمل بصورة طبيعية ظروف الطيران فى الفضاء وظروف الدخول فى المدار والعودة الى الأرض •

كما أظهرت أن الانسان يستطيع أن يقوم بجميع أعماله الطبيعية فى حالة انعدام الوزن وانه يستطيع السيطرة على قدراته وتركيز أفكاره بصورة مرضية • وقد قام جاجارين أثناء الرحلة بالأكل والشرب وكتابة مذكراته والاتصال اللاسلكى فى جميع مراحل الرحلة •

وقد امدتنا هذه الرحلة بمعلومات هامة عن عناصر السفينة أثناء الرحلة وعن صلاحية الحلول المتبعة للتغلب على مشكلات السفر فى الفضاء • كما أكدت مرة أخرى قدرة الصاروخ الحامل ودقة التوجيه • ومن الطريف أن نعلم أن جسما وزنه كيلو جرام يحتاج لطاقة قدرها ثلاثة ملايين كيلو جرام ليصل الى سرعة ٨ كيلو متر فى الثانية وهى السرعة المدارية وليصعد لارتفاع المدار • يعنى ذلك أن سفينة الفضاء التى تزن حوالى خمسة أطنان تحتاج الى خمسة عشر ألف مليون كيلو جرام متر من الطاقة لتصعد الى مدارها وهى تعادل الطاقة التى يبذلها مائتين من الحمالين الأشداء يعملون يوميا لمدة عشر سنوات ، ويتجهها محرك الصاروخ فى دقائق •

كما أن دقة اطلاق الصاروخ ذات أهمية فائقة فان خطأ

بمقدار درجة واحدة في التوجيه أو بمقدار واحد في المائة من السرعة قد يؤدي الى دخول السفينة في الهواء الكثيف في أول دورة بسرعة عالية مما يؤدي الى احتراقها •
رحلة جرس الحرية :

في يوم ٢١ يونيو سنة ١٩٦١ أطلقت الولايات المتحدة كبسولة مشابهة للسابقة تماما وكانت تحمل رجل الفضاء الأمريكي الثاني الكابتن فيرجيل جريسوم وعمره ٣٦ سنة • وكانت رحلته مشابهة لرحلة الن شبرد فيما عدا أن الكبسولة امتلأت بالماء ولم تتمكن الطائرات الهليكوبتر من انتشالها لزيادة وزنها فتركها تعوص في اليم بما فيها من الأجهزة واستقرت في قاع المحيط • أما الملاح فقد غادر الكبسولة وانتشله إحدى الطائرات •

رحلة الفوستوك رقم ٢

وعليها رائد الفضاء الثانى جيرمان تيتوف

فى السادس من شهر أغسطس عام ١٩٦١ ، وفى الساعة التاسعة صباحا بتوقيت موسكو أطلق الاتحاد السوفيتى سفينة الفضاء فوستوك رقم ٢ وبها رجل الفضاء جيرمان ستيلانوفتشينوف وقد اتخذت مدارا حول الأرض بميل مقداره ٥٦° ٦٤° درجة على خط الاستواء وبلغ أقصى ارتفاع له ٢٥٧ كيلو مترا وأدناه ١٧٨ كيلو مترا عن سطح الأرض . وقطع تيتوف فى هذه الرحلة أكثر من ٧٠٠٠٠٠ كيلو متر أى أكثر من المسافة الى القمر ذهابا وإيابا وذلك خلال دورانه حول الأرض سبع عشر مرة خلال ٢٥ ساعة وبضع دقائق .

وقد اختلفت رحلة تيتوف عن رحلة جاجارين فى كثير من الظروف . وأهم أوجه الخلاف هو الفارق الكبير فى زمن الرحلة . فقد تعرض تيتوف لمرحلة انعدام الوزن فترة طويلة جدا مكنته من القيام بالكثير من الوظائف الحيوية أثناء انعدام الوزن .

فقد تناول تيتوف الطعام ثلاث مرات من الأنابيب المعدة لذلك وقام ببعض التمرينات الرياضية ثم نام بعد تناول الطعام لمدة سبع ساعات ونصف .

وقد تولى قيادة السفينة يدويا لفترة من الزمن لاختبار
أجهزة التحكم فيها ثم أعادها الى وضع التوجيه من الأرض •
وكان يتوفى على اتصال دائم بالأرض وكان يحدد موضعه
وصف المناظر التى تمر أمام نافذته بواسطة الراديو ودون
كذلك مذكراته عن حوادث الرحلة •

بعد أن تمت الرحلة بنجاح تام هبطت السفينة الى الأرض
فى المكان المعين لهبوطها وقد تركها يتوفى باستخدام المقعد
المنطلق قبل وصولها الى الأرض هابطا بالباراشوت كما هبطت
السفينة بجواره بدون أى حادث •

وكان أول ما قام به بعد هبوطه أن شرب كوبا من الماء
وتحدث مع زوجته مطمئنا وكذلك تحدث مع نيكيتا خروشوف
تليفونيا ثم اختفى عن الأنظار قليلا ليقوم الأطباء بفحصه لمعرفة
تأثير الرحلة على أجهزته المختلفة •

وقد كان استقباله فى موسكو استقبالا حافلا قدم فيه تقريرا
رسميا للرئيس خروشوف عن رحلته ثم استدار نحو عائلته
والديه وزوجته وعانقهم طويلا •

وفى اليوم التالى عقد يتوفى مؤثرا صحفيا لمشى صحافة
العالم فال فيه أنه شاهد القمر مرتين وشاهد سبعة عشر نهارا
وللا خلال اليوم الواحد الذى قضاء فى الفضاء • كما قال أن
مشية الفضاء كانت طوع قيادته طوال الرحلة وأنه كان يستطيع
توجيهها كما يشاء وعن مرحلة انعدام الوزن فقد مر بها فترة

طويلة وقام بانجاز كل ما طلب منه بنجاح وان حالته جيدة بعد أن تمتع بقسط من الراحة • ومضى تيتوف قائلاً أنه قبل رحلته كان من المعتقد أن الانسان كائن تعود على ظروف الحياة على الأرض تحت ضغط جوى يعادل وزن عامود من الزئبق ارتفاعه ٧٦ سنتيمترا وأن جميع العمليات الحيوية في جسم الانسان تتم تحت التأثير المستمر للجاذبية الأرضية ، ولكن رحلته أظهرت عدم صحة هذا الرأي فقد استطاع أن يكيف نفسه بطريقة طيبة للغاية مع الظروف التي تعتبر غير عادية بالنسبة للكائن الأرضي • كما أنه احتفظ خلال الفترة الطويلة التي قضاها في حالة انعدام الوزن بصفاء الذهن ودقة الحركة والسلوك العادي تماما وسرعة الاستجابة • كما أن الأجهزة المتصلة بأعضائه المختلفة كانت ترسل اشاراتها الى القاعدة ومنها ظهر أن أجهزته كانت تعمل بطريقة عادية تحت هذه الظروف •

من هو تيتوف ؟

ولد رجل الفضاء السوفيتي الثاني جيرمان شيبانوفتش تيتوف عام ١٩٣٥ في قرية فيرخنيه جيلينو بمقاطعة التاي بسيبيريا وكان أبوه ستيان بافلوفتش تيتوف مدرسا للآداب واللغة الروسية وقد سماه باسم أحد شخصيات الشاعر الروسي الشهير بوشكين • تعلم جيرمان القراءة وهو في سن الخامسة وبدأ بقراءة

التخصص الخرافية الروسية عن بساط الرياح وطاقيّة الاخفاء
وحذاء السبعة فراسخ • وكان والد جيرمان خيرا في القاء
النسج • وعندما لاحظ اهتمام ابنه بالبطولات في الرياضة
هرميروس بدأ في أن يقص عليه قصص البطولة المختلفة
للمؤلفين القدامى •

ونما تيتوف في قريته في وسط عظمة وضخامة المناظر
الطبيعية الخلابة في سيبيريا • وعند قيام الحرب العالمية الثانية
تأثرت حياة القرية النائية في سيبيريا برغم بعدها عن الجبهة
وكان جيرمان يعمل مع أمه وهي بمدرسة أيضا في الحقول مع
المزارعين الجماعيين فاشتد عوده وتعود تحمل المسؤوليات •

وكان من تأثير الحرب أيضا أن بدأ تيتوف في تتبع أبطال
المعارك الجوية وكان يحلم بالقتال الجوي والطيران • وعندما
لاحظ خاله الكسندر نوسوف - وكان طيارا واسع الخبرة -
ميله شجعه على دخوله مدرسة للطيران الحربى •

تخرج تيتوف من مدرسة الطيران وأصبح طيارا مقاتلا على
الطائرات النفاثة في عام ١٩٥٧ وبعد تخرجه التحق بأسراب
القتال وتعرف في مقر قيادة سربه على زوجته تمارا تشيركاس
وقد أنجب ولدا مات في الشهر السابع من عمره •

تدرب تيتوف مع جاجارين وغيرهما من ملاحى الفضاء على
طروف الطيران في الفضاء الكونى وكان من أبرز المتدربين

فاجتذبا أنظار المسؤولين واحتيرا ليكونا رائدى الفضاء الأولين
بعد اتمام تدريبهما الشاق •

مغزى الرحلة :

لقد ثبت من نجاح هذه الرحلة أن الانسان يستطيع أن
يعيش فى الفضاء الكونى فى حالة انعدام الوزن وقتا طويلا دون
أن تتأثر أجهزته الحيوية • كما أثبتت أنه يستطيع أن يفكر
ويعمل بطريقة عادية ولا يتأثر بالأشعة الكونية •

ومن الجدير بالذكر أن ارتفاع السفينة فونستوك ٢ كان أقل
من ارتفاع سفينة جاجارين ولم يأت هذا عفوا ولكنه ثبت أن
الأرض يحيطها حزام من الاشعاعات المركزة بفعل المغناطيسية
الأرضية فى مناطق معينة لذلك وجد أن أنسب ارتفاعات
للطيران تكون تحت ٣٠٠ كيلو متر • كما وجد أن أقل ارتفاع
يمكن للسفينة أن تستمر فى الطيران عليه دون أن تؤثر مقاومة
الهواء على سرعتها وتؤدي الى نزولها هى ارتفاع ١٥٠ كيلو
متر • لذلك نجد أن مدار سفن الفضاء السوفيتية التى تحمل
آدميين محصور بين هذين الارتفاعين •

ويعتقد المراقبون أن الخطوة التالية ستكون رحلة تستغرق
بضعة أيام قد يقوم بها اثنان أو ثلاثة من الملاحين يتناوبون
العمل والنوم للتثبت من النتائج السابقة والاطمئنان على امكان
القيام بالمرحلة التالية وهى الدوران حول القمر للحصول على

المعلومات اللازمة قبل النزول عليه وكشف أسراره •

رحلة سفينة الفضاء الصداقة ٧

وبها الكولونيل جون جلين

في يوم الثلاثاء ٢٠ فبراير سنة ١٩٦٢ في الساعة التاسعة والدقيقة ٤٧ بتوقيت الساحل الشرقي للولايات المتحدة أطلق في قاعدة كيب كانافيرال بولاية فلوريدا صاروخ من طراز أطلس وفي مقدمته سفينة الفضاء « الصداقة رقم ٧ » وبداخلها رائد الفضاء الأمريكي الكولونيل جون جلين • وبعد دقائق من لحظة الإطلاق اتخذت السفينة مدارا حول الأرض بلغ أقصى ارتفاع له ١٦٠ ميلا وأدنى ارتفاع ١٠٠ ميل ومتوسط سرعتها ١٧٥٠٠ ميل في الساعة وقد عبرت المحيط الاطلنطي الى القارة الافريقية مرة بجزر الأزور ونيجيريا وزنجبار حيث توجد محطات للمتابعة تابعة للولايات المتحدة • ثم تابعت السفينة رحلتها عابرة للمحيط الهندي ثم دخلت في منطقة الظلام • وكان قائد السفينة على اتصال دائم بقاعدة الإطلاق في كيب كانافيرال وبشبكة من محطات المتابعة وعددها ١٨ محطة منتشرة حول العالم تقوم برصد وتسجيل حركات السفينة وإبلاغها الى مركز جودارد للفضاء كما تقوم آلات حاسبة الكترونية بتحديد المدار والسرعة • ويعمل بهذه

المحطات حشد هائل من الخبراء • وأثناء مرور السفينة فوق
استراليا أضاءت مدينة بيرث أنوارها حتى يتمكن رائد الفضاء
من رؤيتها • وقد طلب جلين من زميله الذى كان موجودا فى
محطة المتابعة فى بيرث أن يشكر القائمين بالأمر فى المدينة •
وتناول جلين طعامه وأدار السفينة حول محاورها بالجهاز
اليدوى والتقط صورة للأرض • وفى الدورة الثانية تعطّل
جهاز التوجيه الآلى للسفينة واضطر جلين لاستخدام الجهاز
اليدوى • وقرر المسؤولون عدم اتمام الدورة الثالثة ولكن جلين
أفاد بأنه يستطيع التحكم فى السفينة بالجهاز اليدوى وأكمل
الدورة الثالثة • واستغرقت الثلاث دورات أربع ساعات و ٥٦
دقيقة • وبدأ جلين فى استخدام الصواريخ العكسية لتقليل
السرعة وهو فوق الساحل الغربى للولايات المتحدة وأخذ فى
الانخفاض حتى هبط فى المحيط الأطلنطى على بعد ٨٠٠ ميل
جنوب شرقى الولايات المتحدة • وكان بانتظاره فى منطقة
الهبوط حوالى ١٥٠٠٠ شخص • والتقطت المدمرة نوح
السفينة وأخرج منها رائد الفضاء ونقل الى حاملة الطائرات
راندولف وبعد فحص طبي أولى نقل الى مستشفى البحرية
فى جزيرة تورك من جزر الباهاما حيث قام الأطباء بفحصه
فحفا دقيقا ووجدت حالته طبيعية •

سافر جلين بعد ذلك الى قاعدة كيب كانافيرال حيث استقبله
الرئيس كيندى وقلده وسام الخدمة الممتازة لشؤون الفضاء

ثم اصطحبه في طائرته الخاصة الى واشنطن حيث استقبل استقبالاً شعبياً كبيراً وقدم تقريراً الى الكونجرس الأمريكى بشرح فيه رحلته كما شرح الخطوات التالية فى برنامج ميركورى حتى الوصول الى القمر • ثم عقد مؤتمراً صحفياً وأجاب عن الأسئلة الموجهة اليه •

من هو جون جلين ؟

هو أحد سبعة رجال دربتهم الولايات المتحدة وأعدتهم لارتداد الفضاء وهو أول طيار اختبار فى البحرية الأمريكية برتبة الكولونيل • وقد اشترك فى الحرب العالمية الثانية كما اشترك فى حرب كوريا •

يبلغ جون جلين الأربعين من عمره وهو متزوج وله ابن وابنة • ويعمل والده سباكاً فى ارلنجتون بولاية فرجينيا •

وقد ثبت من هذه الرحلات الخمس امكان قيام الانسان برحلات فى الفضاء والبقاء فى حالة انعدام الوزن وقتاً طويلاً بدون أى تغير فى حالته الصحية الفسيولوجية والعقلية •

هذا وتدور الآن بين الاتحاد السوفينى والولايات المتحدة الأمريكية مخادئات بغرض التعاون وتوحيد الجهود فى ميدان أبحاث الفضاء • ونرجو أن تؤدى هذه المباحثات الى سرعة تغلب الانسان على العقبات التى تقف فى سبيل ارتداد الفضاء •

وفيما يلي جدول بالرحلات الخمس للمقارنة بينها :

وهكذا أخذ الانسان أول خطوة في سبيل تحقيق مشروعات
غزو الفضاء التي كانت تبدو خيالية أثناء كتابة هذا الكتاب وقد
حان وقت وصول الانسان الى القمر والمريخ والزهرة وغيرها
من كواكب المجموعة الشمسية •

ويخلق مالا تعلمون ؟

جلبين	قبتوف	جريسوم	شبرد	جارجارين	رائد الفضاء
الصداقة ٧	فوستوك ٢	جرس الحرية	الحرية ٧	لأستوك ١	اسم السفينة
١٩٦٢/٢/٢٠	١٩٦١/٨/٦	١٩٦١/٧/٢١	١٩٦١/٥/٥	١٩٦١/٤/١٢	تاريخ الاطلاق
١٦٠ ميل	١٦٠ ميل	١١٨ ميل	١١٦ ميل	٢٠٤ ميل	أقصى ارتفاع
١٠٠ ميل	١١٠ ميل	—	—	١١٢ ميل	أدنى ارتفاع
١٧٥٠ ميل/ساعة	١٧٧٥٠ ميل/ساعة	٥٢٨٠ ميل/ساعة	٥١٠٠ ميل/ساعة	١٧٤٠٠ ميل/ساعة	أقصى سرعة
٣٠٠٠ رطل	١٤٦٠ رطل	٤٣٠ رطل	٤٠٤ رطل	١٠٤٧٠ رطل	وزن السفينة
٣٠٠٠٠٠ رطل	٨٠٠٠٠٠ رطل	٧٨٠٠٠٠ رطل	٧٨٠٠٠٠ رطل	٤٠٠٠٠٠ رطل	دفع الصاروخ
٤ ساعة	١٧ ساعة	١٥ دقيقة	١٥ دقيقة	١٠٨ دقائق	زمن الرحلة
٢٧٥ دقيقة	٢٥ ساعة	٥ دقائق	٥ دقائق	٨٩ دقيقة	فترة انعدام الوزن

الصواريخ العربية

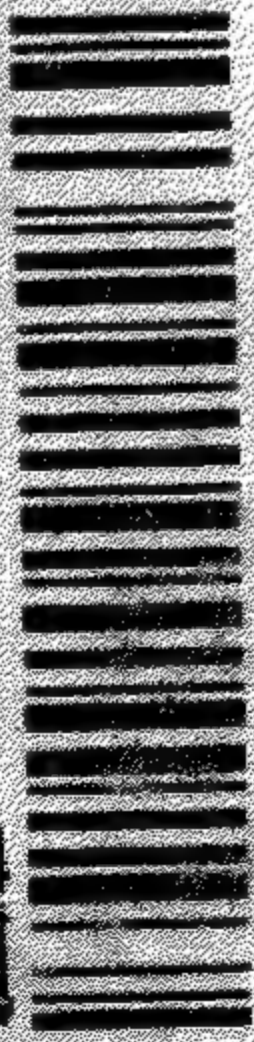
فى يوم السبت ٢١
يوليو سنة ١٩٦٢ توجه
السيد الرئيس جمال
عبد الناصر رئيس
الجمهورية العربية المتحدة
وصحبه الى قاعدة
الصواريخ العربية حيث
شاهد اطلاق الصاروخين
القاهر والظافر الى
أهدافهما وعرض
التليفزيون العربى هذا
الحدث المثير ثم جاءت
المفاجأة الكبرى حيث
عرضت عشرات
الصواريخ فى العرض
العسكرى الكبير يوم
العيد العاشر للثورة مما
أذهل المراقبين العسكريين
والعالم أجمع .
وهكذا بفضل جهود
العلماء والمهندسين
والعمال العرب دخلت
مصر

عصر الفضاء

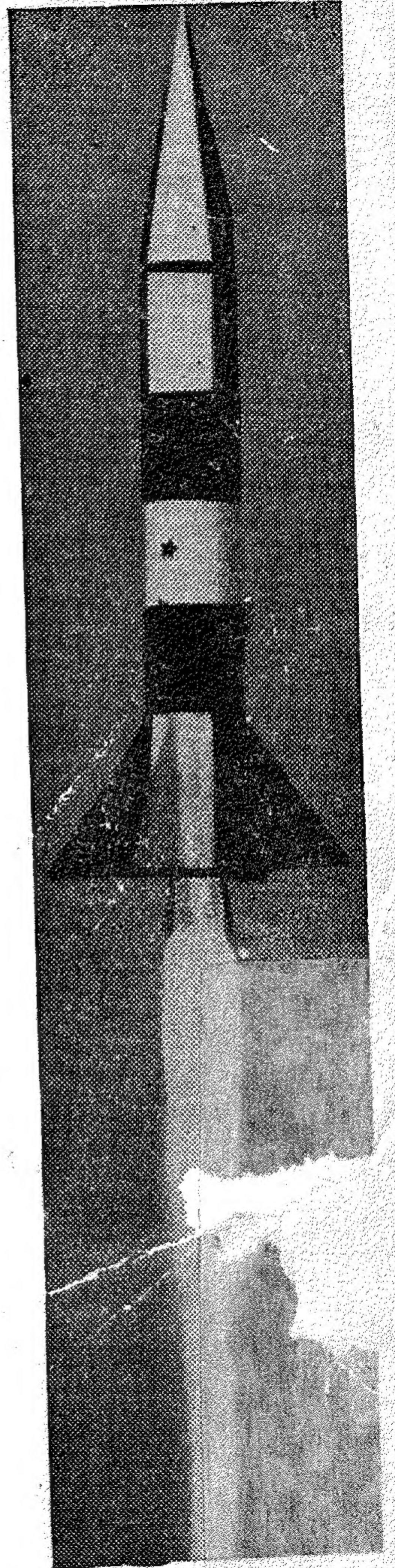
الثمن ١٦ قرش

القاهر ٦٠٠ كيلو متر

Bibliotheca Alexandrina



0389840



الظافر ٢٨٠ كيلو متر